

DIE DARSTELLUNG
VON TOLLWUTBEWEGUNGEN
IN BADEN-WÜRTTEMBERG
UND BAYERN

Ein Beitrag zur Epidemiologie
und Bekämpfung der Tollwut

Hildegard Hartmann

Disbui. München

1988





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem WHO-Tollwutzentrum in Tübingen
an der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten
der Tiere
Direktor und Professor Dr. L.G. Schneider

vorgelegt über
das Institut für Medizinische Mikrobiologie,
Infektions- und Seuchenmedizin der
Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. mult. A. Mayr

DIE DARSTELLUNG VON TOLLWUTBEWEGUNGEN
IN BADEN-WÜRTTEMBERG UND BAYERN.
Ein Beitrag zur Epidemiologie und Bekämpfung der Tollwut.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Hildegard Hartmann
aus
Ellwangen

München 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. M. Rüsse
Referent: Prof. Dr. Dr.h.c.mult. A. Mayr
Korreferent: Prof. Dr. H.K. Dennig

Tag der Promotion: 26. Februar 1988

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATUR	3
2.1. Träger und Überträger der Tollwut.....	3
2.2. Einfluß der Ökologie und Biologie des Fuchses auf das Seuchengeschehen.....	11
2.3. Der Tollwutseuchenzug und seine Dar- stellungsmöglichkeiten.....	17
2.4. Bekämpfungsmaßnahmen.....	23
2.4.1. Schutzzimpfung der Haustiere.....	23
2.4.2. Reduktion der Fuchspopulation.....	23
2.4.2.1. Reduktion durch jagdliche Maßnahmen.....	24
2.4.2.2. Reduktion durch Giftköder.....	25
2.4.2.3. Verhütung der Trächtigkeit durch Antifertilitätsagentien.....	25
2.4.2.4. Reduktion durch Begasung der Fuchsbaue..	25
2.4.3. Immunisierung durch Vakzinierung der Füchse.....	27
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	41
3.1. Material und Methode.....	42
3.1.1. Videotechnik.....	42
3.1.2. Tollwutseuchenkarten für den Regierungs- bezirk Freiburg und für Südost-Ober- bayern.....	46
3.1.3. Darstellung der epidemiologischen Si- tuation durch Balkengraphiken.....	48
3.2. Ergebnisse.....	49
3.2.1. Ergebnisse der Videotechnik.....	49
3.2.1.1. Gesamtübersicht Bayern und Baden- Württemberg.....	49

3.2.1.2.	Baden-Württemberg.....	50
	A. Regierungsbezirk Freiburg.....	50
	B. Regierungsbezirk Tübingen.....	50
	C. Nordwürttemberg, Baden.....	51
3.2.1.3.	Bayern.....	52
	A. Südost-Oberbayern.....	52
	B. Oberbayern, Schwaben.....	52
	C. Oberpfalz, Mittelfranken.....	53
	D. Unterfranken.....	54
	E. Oberfranken.....	54
3.2.2.	Ergebnisse der Analyse der Tollwutseu- chenkarten speziell für die Untersu- chungsgebiete im Regierungsbezirk Frei- burg und in Südost-Oberbayern unter Be- rücksichtigung der Impfgebiete.....	55
3.2.2.1.	Regierungsbezirk Freiburg.....	55
3.2.2.2.	Südost-Oberbayern.....	88
3.2.3.	Ergebnisse der Analyse der Balkengra- phiken der Kreise in den Untersuchungs- gebieten im Regierungsbezirk Freiburg und in Südost-Oberbayern.....	122
3.3.	Diskussion.....	128
3.3.1.	Videotechnik.....	128
3.3.2.	Tollwutseuchenkarten für die Untersu- chungsgebiete im Regierungsbezirk Frei- burg und in Südost-Oberbayern und Ein- flüsse der oralen Immunisierung auf das Tollwutseuchengeschehen.....	131
3.3.3.	Balkengraphiken.....	133
4.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	135

	Seite
5. ZUSAMMENFASSUNG	137
6. SUMMARY	138
7. LITERATURVERZEICHNIS	140

1. EINLEITUNG

Die Tollwut beschäftigt den Menschen seit Jahrtausenden, wie wir aus Überlieferungen wissen. Noch heute wird sie in allen Teilen der Welt gefürchtet wegen des qualvollen Todes, den sie verursacht. Schon 2300 v. Chr. wußte man, daß die Krankheit durch Biß übertragen wird. Im Jahre 1804 wurde dann der Beweis dafür erbracht, daß die Ansteckung durch infektiösen Speichel erfolgt.

Für das Tollwutvirus, das zur Familie der Rhabdoviridae gehört, sind alle Warmblüter empfänglich (MAYR et al., 1984), wobei u. a. das WHO EXPERT COMMITTEE of RABIES (1973) festgestellt hat, daß einige Arten empfänglicher sind als andere. Zu der höchstempfänglichen Gruppe gehört der Fuchs, während der Mensch zu der wenig empfänglichen gerechnet wird.

Im aktuellen Seuchenzug wird der Fuchs als Hauptüberträger und Virusreservoir der Tollwut angesehen (SCHNEIDER, 1977), weshalb sich die staatlichen Bekämpfungsmaßnahmen in erster Linie gegen den Fuchs richten müssen.

Seit dem Frühjahr 1983 läuft in der Bundesrepublik Deutschland ein Impfversuch zur oralen Immunisierung der Füchse (SCHNEIDER et al., 1983, 1985, 1986, 1987).

Die vorliegende Arbeit soll mit Hilfe der Photo- und Videotechnik die Ausbreitungswege der Tollwut zwischen 1980 und 1986 in Bayern und Baden-Württemberg darstellen, wobei insbesondere Untersuchungsgebiete im Regierungsbezirk Freiburg und in Oberbayern hervorgehoben werden. Es soll weiterhin der Einfluß der oralen Immunisierung auf das Seuchengeschehen für die Gebiete, die an der Impfkaktion beteiligt waren, aufgezeigt werden.

Bei der Ausführung des photo- und videotechnischen Teiles dieser Arbeit war das Technologie-Transferzentrum an der Fachhochschule für Druck in Stuttgart, unter der Leitung von Prof. Schlegel behilflich.

2. LITERATUR

2.1. Träger und Überträger der Tollwut

Zu Anfang unseres Jahrhunderts herrschte in Europa die urbane Form der Tollwut vor (SCH00P, 1979). Hauptüberträger des Tollwutvirus war zu diesem Zeitpunkt der Hund. Im Laufe der Geschichte wechseln Berichte über silvatische und urbane Seuchenzüge ab. STREIFF berichtete 1829 über Fälle von Wutkrankheit in der Schweiz, die durch den Biß kranker Füchse ausgelöst wurden.

Beim aktuellen Seuchenzug, der seinen Ausgang im Jahre 1939 in Polen nahm, handelt es sich um die silvatische Form der Tollwut (PITZSCHKE, 1959). Hauptüberträger ist in Mittel- und Westeuropa der hochempfindliche Rotfuchs (*Vulpes vulpes*), in Osteuropa zusätzlich der Marderhund (*Nyctereutes procyonoides*) (WACHENDÖRFER, 1974). Der Anteil des Fuchses am Tollwutgeschehen liegt anteilmäßig am höchsten. Von allen amtlich registrierten Tollwutfällen bei Haus- und Wildtieren in der Bundesrepublik Deutschland von 1954 bis 1976 entfielen 65% auf den Fuchs (SCHNEIDER, 1977). STECK und WANDELER (1980) geben den Anteil des Fuchses an dem europäischen Seuchenzug sogar mit 83 - 85% an.



Daraus geht hervor, daß der Fuchs eine beherrschende Stellung im Seuchengeschehen einnimmt. Er gibt die Infektion an solche Wildtierarten weiter, die seinen Lebensraum teilen, vor allem an Musteliden wie Dachs, Marder, Iltis und Wiesel sowie an Rehe (MAYR et al., 1984). Bei den Rehen endet die Infektion blind, d.h. sie geben das Tollwutvirus nicht an andere Tiere oder den Menschen weiter. Der Anteil der Musteliden am Seuchengeschehen ist mit 3 - 5% gering (WACHENDÖRFER, 1975), aber dennoch wurde immer wieder ihre Rolle als möglicher Tollwutüberträger diskutiert.

WANDELER et al. (1974a) fanden zwei Mal gehäuft Dachstollwutfälle vor der Frontlinie, ohne daß in nächster Umgebung ein Fuchstollwutfall bekannt geworden wäre. Dagegen beobachteten MOEGLE und KNORPP (1978), daß es eine Dachstollwut ohne gleichzeitige Fuchstollwut nicht gibt. Der Dachs unterhält also keine selbständige Tollwutepidemie.

Bei den Mardern ist auffällig, daß sie vor der Frontlinie einer Epidemie keine Rolle spielen. Es kommt erst zur Anhäufung von Tollwutfällen bei Mardern zum Ende einer epidemischen Welle hin (BÜGEL et al., 1976). In einer Studie, in der 191 Tollwutfälle bei Mardern

in einem bestimmten Gebiet Baden-Württembergs auf ihr zeitliches und örtlich gehäuftes Vorkommen untersucht wurden (BÖGEL et al., 1977), wurde festgestellt, daß keine enge Verbindung zwischen den Tollwutfällen beim Marder und dem Tollwutvorkommen beim Fuchs bestanden. Das bedeutet, daß es kurze Infektionsketten innerhalb der Marderpopulation geben muß, die aber nicht länger als vier Monate andauern (BÖGEL et al., 1977). Im übrigen scheiden Marder über hundert Mal weniger Virus über den Speichel aus als der Fuchs (WANDELER et al., 1974b), so daß sie auch deswegen keine entscheidende Rolle in der Tollwutvirusübertragung spielen können.

Die epidemiologische Bedeutung der Rodentien am gegenwärtigen Seuchengeschehen wird auch immer wieder diskutiert. In der Tierseuchenstatistik kommen Tollwutfälle bei Nagern äußerst selten vor (WACHENDÖRFER, 1977). SODJA et al. (1971) und SCHNEIDER und SCHOOP (1972) konnten bei Angehörigen der Unterfamilien Murinae und Microtinae latente Tollwutinfektionen feststellen, d.h. bei ihnen konnte das Virus in sog. Blindpassagen nur ausnahmsweise aus dem ZNS isoliert werden, ohne daß die betreffenden Tiere Krankheitssymptome der Tollwut aufwiesen. Gegen einen weitreichenden Einfluß auf das Seuchengeschehen spricht, daß diese

sog. Nagervarianten nur regional und nur äußerst selten gefunden wurden. STECK und WANDELER (1980) sind der Ansicht, daß eine Maus-zu-Maus-Übertragung keine Ausbreitung der Tollwut von durchschnittlich 40 km jährlich verursachen kann, wie es im aktuellen Seuchenzug der Fall ist. WACHENDÖRFER (1977) führt gegen die Möglichkeit eines Virusreservoirs unter den Rodentien an, daß die Wiederverseuchung eines Gebietes regelmäßig von der Peripherie her erfolgt und nicht vom Zentrum, so daß man dafür also nicht die Nager, sondern den Fuchs verantwortlich machen muß.

Vergleicht man die Tollwutzahlen beim Fuchs mit denen beim anderen Wild und bei den Haustieren, so stehen diese fast immer im gleichen Verhältnis zueinander (Abb. 1). Eine Zu- oder Abnahme der Fuchstollwutfrequenz zieht grundsätzlich eine Zu- oder Abnahme der Tollwutfälle bei anderen Wild- und Haustieren nach sich. Der Anteil der Haustiere lag zwischen 1965 und 1982 im Jahresdurchschnitt bei 14,8% in der Bundesrepublik Deutschland (ROJAHN und PITTLER, 1983). Diese Zahl spricht für die silvatische Form der Seuche, nachdem man beim Wild auch noch davon ausgehen muß, daß sehr viel mehr Tiere an Tollwut verenden, als dann tatsächlich zur Untersuchung kommen. SCHNEIDER et al.

Abb. 1 Darstellung der Tollwutfälle (Anzahl der Tiere) von
1955 - 1982 (nach ROJAHN und PITTLER, 1983)



(1986) geben eine Dunkelziffer von ca. 90% an.

Zur Ansteckung des Menschen kommt es meist über Hund oder Katze, da sie in enger Gemeinschaft miteinander leben. Trotz geringem prozentuaalem Anteil an den Gesamttollwutfällen geben diese Haustiere am häufigsten Anlaß zur Wutschutzbehandlung beim Menschen (ROJAHN und PITTER, 1983).

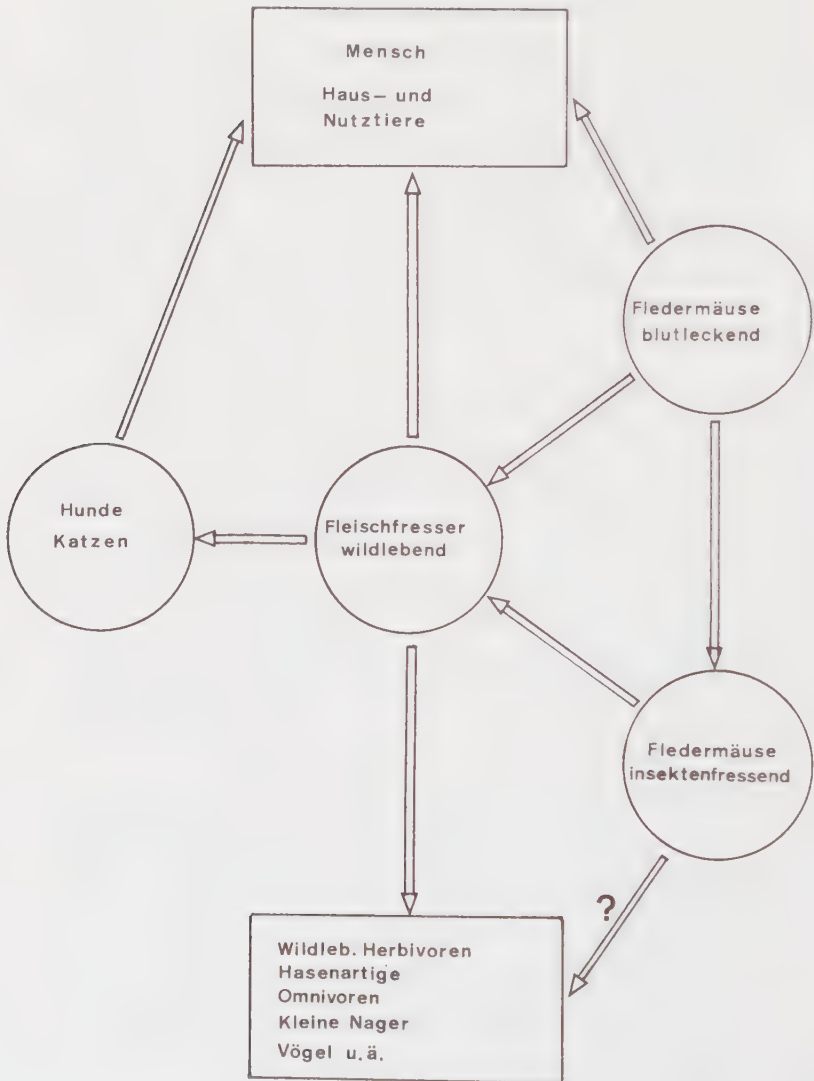
Außerhalb Europas können Fledermäuse ein weiteres Tollwutvirusreservoir darstellen. In ihrem Verbreitungsgebiet Mittel- und Südamerika sind blutleckende Fledermäuse eine Gefahrenquelle für Mensch und Tier (MAYR et al., 1984). In Afrika und Nordamerika wurden auch fruchtfressende und in größerer Zahl insektenfressende Fledermäuse als tollwütig diagnostiziert (BAER, 1975).

In Europa sind bis 1985 vereinzelte Fälle bei insektenfressenden Fledermäusen beschrieben worden. Eine Häufung von Fällen gab es in den Jahren 1985/86 in Dänemark und der Bundesrepublik Deutschland. Dabei wurden drei Besonderheiten deutlich: vorwiegend ist die Breitflügelfledermaus *Eptesicus serotinus* befallen, das Virusisolat der Fledermäuse ähnelt dem Duvenhage

Virus (Serotyp 4 der Gattung Lyssavirus in der Rhabdovirus-Gruppe) (SCHNEIDER und MEYER, 1981, WHO, 1984), und der Tollwutzyklus verläuft unabhängig vom Wildtypseuchenzug Mitteleuropas bei den Landtieren (SCHNEIDER et al., 1985).

Abb. 2 veranschaulicht die Infektionswege der Tollwut.

Abb. 2 Infektionswege der Tollwut
(nach ROLLE und MAYR, 1978)



○ = Infektketten

□ = Endglieder

2.2. Einfluß der Ökologie und Biologie des Fuchses auf das Seuchengeschehen

Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, daß enge Zusammenhänge zwischen der Epidemiologie der Tollwut und der Biologie und Ökologie des Fuchses bestehen.

Der Fuchs kommt weltweit vor und zeichnet sich durch seine Anpassungsfähigkeit an verschiedenartige geographische Lagen aus (MACDONALD, 1980). Man findet ihn an der Meeresküste genauso wie in alpinen Regionen. Sogar über 2000 m Höhenlage kann man noch einige Fuchsfamilien antreffen (STECK und WANDELER, 1980).

Die dominierende Stellung, die der Fuchs im Tollwutgeschehen einnimmt hat mehrere Gründe: er ist sehr empfänglich für das Tollwutvirus, das Virus findet sich bei über 90% der infizierten Füchse in hohen Titern im Speichel, und es kommt nur äußerst selten zur Ausbildung einer Immunität- die Tiere überleben die Tollwut nicht (STECK, 1975).

Die Entstehung und Ausbreitung der Tollwut ist von der Dichte der Fuchspopulation abhängig (KAUKER und ZETTL, 1963). Überall da, wo die Seuche langanhaltend auf-

tritt, ist festzustellen, daß eine hohe Populationsdichte zu verzeichnen ist. Die genaue Erfassung der Fuchsdichte stößt allerdings auf Schwierigkeiten. In einer Schweizer Studie wurde die Populationsdichte im Kanton Bern über die Beobachtung von Wurfanzahl und Wurfgröße geschätzt (WANDELER et al., 1974c). Dies ist eine Methode, die nur für ein begrenztes Gebiet und für eine begrenzte Zeit angewandt werden kann, da sie zu aufwendig ist.

MOEGLE et al. (1971) zogen zur Schätzung der Populationsdichte größerer Gebiete die Zahlen der offiziellen Jagdstatistik heran. Als Maß der relativen Fuchsdichte, auch Hunting Indicator of Population Density (HIPD) genannt (MOEGLE et al., 1974), gilt die Anzahl der jährlich je km² erlegten Füchse. Dabei geht man davon aus, daß Abschluß und Populationsdichte in einem relativ konstanten Verhältnis zueinander stehen. Es kann sich dabei aber immer nur um annähernde Schätzungen handeln, da die Zahl der erlegten Füchse nicht nur von der Populationsdichte, sondern auch von der Jagdintensität abhängig ist. Da sich die Jagdgewohnheiten aber sicher nicht plötzlich ändern, kann man in einem bestimmten Gebiet Abschlußzahlen eines Jahres mit denen anderer Jahre vergleichen und so eine etwaige

Zu- oder Abnahme des Fuchsbestandes feststellen (MOEGLE et al., 1971).

Der HIPD liegt in Deutschland bei durchschnittlich 1,2 Füchsen/km² (BÖGEL et al., 1974). Dabei variiert die Fuchsdichte innerhalb eines Jahres beträchtlich. Im Winter kann man eine Dichte von etwa 1 Fuchs/km² annehmen. Das Geschlechterverhältnis männliche zu weibliche Füchse liegt bei 1,2 : 1 (WANDELER et al., 1974c). Von den erwachsenen Fähen werfen ca. 90%, wobei die durchschnittliche Wurfgröße bei 4,7 Welpen liegt (LLOYD et al., 1976). Man kommt so auf einen jährlichen Zuwachs von ca. 2 Füchsen/km² (ZIMEN, 1980). Durch Jagd und Krankheit reduziert sich die Fuchsdichte bis zum nächsten Winter wieder beträchtlich.

Zwischen Gebieten verschiedener Landschaftsstruktur herrschen große Unterschiede in der relativen Fuchsdichte und der Tollwutfrequenz vor (MOEGLE et al., 1971). Die Art der Landschaft kann die Fuchsdichte über die Bereitstellung an Nahrung, Deckung und Hohlräumen für Bauten beeinflussen (KROCZA und SCHARFEN, 1983). MOEGLE et al. (1971) stellten fest, daß Gebiete mit geschlossenem Nadelwald eine wesentlich geringere Fuchsdichte aufweisen als solche Gebiete mit

heterogener Landschaftsstruktur.

JACKSON und SCHNEIDER (1984) konnten die Tollwuthäufigkeit mit bestimmten Landschaftsstrukturen in Verbindung bringen. Dabei stellten sie fest, daß die Tollwut in Gebieten unter 100 m Meereshöhe mit weniger als 10% Waldanteil nur sporadisch vorkam, während Gegenden über 200 m Meereshöhe mit mehr als 35% Waldbedeckung ständig starkes Vorkommen zeigten. IRMER und SCHLEGEL (1981) zeigten am Beispiel Niedersachsens den Zusammenhang zwischen dem Tollwutvorkommen und dem Verhältnis Wald zu Grünland auf.

Wenn die Fuchsdichte auf einen bestimmten Wert abfällt, kommt die Tollwut zum Erlöschen (ZINN, 1966). MOEGLE et al. (1971) haben festgestellt, daß die Tollwut aus einem Gebiet ganz verschwindet, wenn die Populationsdichte den Schwellenwert von 0,2 - 0,3 Füchsen/km² unterschreitet. Bei einer derart niedrigen Fuchsdichte ist die Kontaktrate zwischen den Füchsen so gering, daß sich die Tollwut nicht halten kann (JACKSON et al., 1984).

Die Tollwut selbst reduziert die Fuchspopulation beträchtlich. In der Frontwelle der sich ausbreitenden

Tollwut entfallen bis zu 60% der registrierten Fuchsabgänge auf die Tollwut (WANDELER et al., 1974a). Der so reduzierte Fuchsbestand hat zur Folge, daß hinter der Frontwelle auch weniger Tollwutfälle registriert werden. Dabei besteht ein nicht-lineares Verhältnis zwischen Fuchsdichte und Tollwutfrequenz (WANDELER et al., 1974a).

Die graphische Darstellung der jährlichen Tollwutfälle seit 1947 hat gezeigt, daß das Tollwutgeschehen einen Dreijahres-Rhythmus durchmacht (KAUKER und ZETTL, 1963). Dieser wird verursacht durch periodische Schwankungen der Seuchendichte (KAUKER, 1966). Nach einem Jahr des Seuchenmaximums kommt es - bedingt durch die Reduktion der Populationsdichte - auch zu einem Rückgang der Seuchenfälle. Durch die Erholung des Fuchsbestandes trifft das Tollwutvirus wieder auf genügend empfängliche Wirte, so daß die Tollwut erneut um sich greift.

Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, daß eine durch Tollwut reduzierte Fuchspopulation nach drei Jahren ihre Ausgangsdichte wieder erreicht hat (BÖGEL et al., 1974). Die schnelle Erholung der reduzierten Fuchspopulation könnte über eine Begünstigung der Re-

produktions- und/oder über eine Verminderung der Mortalitätsrate erfolgen (TOMA und ANDRAL, 1977). Es konnte aber weder eine Veränderung der Wurfgröße noch der Trächtigkeitsrate festgestellt werden, so daß anzunehmen ist, daß die Populationszunahme durch eine Verminderung der Todesfälle begünstigt wird (BÖGEL et al., 1974).

KAUKER und ZETTL (1963) beobachteten, daß die Tollwut auch innerhalb eines Jahres einen ganz bestimmten Rhythmus einhält. Es tritt ein Gipfel im Frühjahr und im Herbst auf. Der Frühjahrsgipfel wird mit dem Ranzgebaren der Fuchsrüden in Zusammenhang gebracht. Die Ranz, die in Deutschland im Januar ihren Höhepunkt hat, führt zu Rangordnungskämpfen, wobei der ranghöchste Rüde den unterlegenen Bisse beibringt. Durch solche Verletzungen kann das Virus übertragen werden (KAUKER, 1975). Nach einer Inkubationszeit von durchschnittlich 25 Tagen (TOMA und ANDRAL, 1977) kommt es dann meist im März zu einem erheblichen Anstieg der Tollwutfälle. Der zweite Peak im letzten Quartal eines Jahres wird durch das Raubmündigwerden der Jungfuchse verursacht (MOEGLE und KNORPP, 1977).

2.3. Der Tollwutseuchenzug und seine Darstellungsmöglichkeiten

Der silvatische Tollwutseuchenzug breitete sich von einem Herd in Polen seit 1939 in östlicher, südlicher und westlicher Richtung aus.

Der Seuchenzug, der in westlicher Richtung verlief, erreichte 1950 Deutschland. Ersten Tollwutfällen in Schleswig-Holstein folgten andere im gesamten Bundesgebiet. Mit einer durchschnittlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit von jährlich 45 km (KAUKER und ZETTL, 1969) überzog die Seuche bis 1975 90% der Fläche der Bundesrepublik (SCHNEIDER, 1977). Mit 8634 registrierten Tollwutfällen wurde 1976 in der BRD ein zahlenmäßiger Höchststand erreicht (WACHENDÖRFER, 1977). Die Welle erreichte 1964 Dänemark, 1966 Luxemburg, 1967 die Schweiz, 1968 Frankreich, 1977 Italien (WACHENDÖRFER, 1977) und wurde so zu einem Problem in Mitteleuropa, wo die menschliche Bevölkerung sehr hohe Dichten aufweist.

Dadurch, daß sich die silvatische Tollwut in breiter Front vorschiebt, entstehen geschlossene Seuchengebiete (KAUKER und ZETTL, 1963). Der Rückgang der Tollwutfälle hinter der Frontwelle läßt den Eindruck ent-

stehen, daß die Seuchenwelle hin- und herflutet (KAUKER, 1966). Während aber bei einer Neuverseuchung eines Gebietes die Ausbreitungsrichtung der Tollwut klar verfolgt werden kann, ist das bei der zweiten und den folgenden Seuchenwellen oft nicht mehr möglich (MOEGLE und KNORPP, 1977). Es kommt häufig zur diffusen Ausbreitung kleinerer Seuchenzüge.

STECK et al. (1980) konnten in der Schweiz feststellen, daß natürliche Barrieren wie große Seen und vor allem die höheren Alpenketten kanalisierend auf die Tollwutausbreitung wirken. Flüsse und Autobahnen stellen ebenfalls eine Barriere dar; sie bilden jedoch kein absolutes Hindernis für die Tollwut (KROCZA und SCHARFEN, 1983). Der Fuchs ist ein guter Schwimmer und nur örtliche Gegebenheiten wie starke Strömung oder ein steiles Ufer können ihn an der Überquerung eines Gewässers hindern (KAUKER, 1966). 1965 gelang dem Fuchs die Überwindung des Rheins im Mittelrheingebiet. Brücken tragen zusätzlich dazu bei, daß ein Fluß kein unüberwindliches Hindernis für die Tollwut darstellt.

Die monatliche Wanderung der Tollwut in ein noch tollwutfreies Gebiet hinein beträgt durchschnittlich 4,8 km

(MOEGLE et al., 1974). Dabei handelt es sich bei den neuen Tollwutfällen vor der Frontlinie fast immer um solche beim Fuchs. Nach MOEGLE et al. (1974) repräsentieren die Füchse 97% aller Fälle vor der Frontlinie. Im Laufe einer Seuchenwelle treten dann auch mehr Fälle bei anderen Wild- und bei den Haustieren auf (STECK und WANDELER, 1980).

Darstellungsmöglichkeiten des Tollwutseuchenzuges

Durch eine kartographische Darstellung der jährlichen Tollwutfälle eines Landes konnte PITZSCHKE (1959) den Weg, die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Stärke des Seuchenzuges veranschaulichen. Dabei wurde pro Jahr eine Karte angefertigt, die alle Tollwutfälle aus den Amtlichen Tierseuchenberichten eines Jahres als Punkte enthielt.

KAUKER und ZETTL (1969) konnten durch eine kartographische Darstellung der Tollwutfälle außer Seuchenverlauf und Dichte der Neuausbrüche deutlich machen, daß das Seuchengeschehen einem bestimmten Rhythmus unterworfen ist.

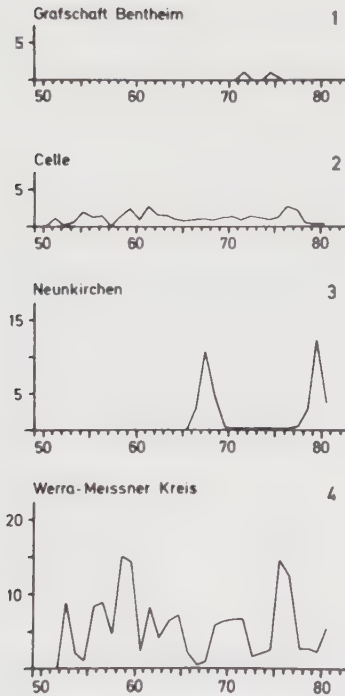
Seuchendichte und Rhythmus im Tollwutgeschehen lassen sich am besten durch eine graphische Darstellung ver-

anschaulichen (KAUKER und ZETTL, 1963). Die jahreszeitlichen Schwankungen im Seuchengeschehen können mit einer Graphik, die die Tollwutzahlen pro Quartal enthält, verdeutlicht werden.

JACKSON und SCHNEIDER (1984) fertigten für jeden Kreis der Bundesrepublik eine Graphik aus den Tollwutfrequenzen von 1950 bis 1981 an. Sie konnten so vier typische Verlaufsmuster der Tollwut beobachten (Abb. 3), die wiederum bestimmten geographischen Lagen zuzuordnen waren.

Über die durchschnittliche Wanderungsgeschwindigkeit der Tollwut bekamen MOEGLE et al. (1974) mit Hilfe der Elektronischen Datenverarbeitung (EDV) Aufschluß. Es wurde monatlich die Frontlinie neu festgelegt, d.h. die Linie, die das verseuchte Gebiet von dem tollwutfreien Gebiet trennt. Da die bevorzugte Ausbreitungsrichtung der Tollwut für dieses Gebiet bekannt war (von Norden nach Süden), wurde mit Hilfe der EDV die Entfernung der weiter südlich liegenden Tollwutfälle von der Frontlinie bestimmt. Man ermittelte damit eine durchschnittliche monatliche Wanderungsgeschwindigkeit der Tollwut von 4,8 km.

Abb. 3 (nach JACKSON und SCHNEIDER, 1984)



Typische epidemiologische Verlaufsmuster der Tollwut

- 1 Sporadisches Vorkommen
- 2 Ständig schwaches Vorkommen
- 3 Intermittierendes Vorkommen
- 4 Ständig starkes Vorkommen

Ordinate: Festgestellte Tollwutfälle je 100 km² und Jahr

Abszisse: Jahre 1950 - 1981

Mit den geschilderten Darstellungsmethoden kann man im ersten Seuchenzug eventuell noch Regelmäßigkeiten im Seuchengeschehen entdecken. Die kleineren Seuchenzüge, die hinter der Frontwelle entstehen, sind dagegen schwerer analysierbar. Dabei sind Prognosen über die weitere Seuchenbewegung und die Seuchendichte für die zu ergreifenden Bekämpfungsmaßnahmen von Wichtigkeit. Eine Vorhersage der weiteren Tollwutausbreitung würde es ermöglichen, Bekämpfungsmaßnahmen gezielter nach Zeit, Fläche und Lokalisation einzusetzen, was zu einer erhöhten Effektivität und Wirtschaftlichkeit führen könnte (KROCZA und SCHARFEN, 1983).

2.4. Bekämpfungsmaßnahmen

Der durch die Tollwut verursachte finanzielle Schaden (Verluste von nutzbaren Tieren, Schutzimpfungen bei Tieren und Personen), aber vor allem die Angst der Menschen vor der Tollwut, ließen nach Möglichkeiten zur Ausrottung der Seuche suchen.

2.4.1. Schutzimpfung der Haustiere

Die präinfektionelle Schutzimpfung von Hunden und Katzen wird zur Minderung der Gefahr der Tollwutübertragung auf den Menschen empfohlen (WHO, 1984, KUWERT, 1975). Aber nur in Verbindung mit Maßnahmen, die sich gegen den Hauptüberträger Fuchs richten, kann die silvatische Tollwut von der Wurzel her bekämpft werden (SCHNEIDER, 1975).

2.4.2. Reduktion der Fuchspopulation

Da der Fuchs im aktuellen Seuchengeschehen Hauptüberträger ist und Beobachtungen gezeigt haben, daß die Tollwutfrequenz von der Fuchsdichte abhängig ist, entstanden Überlegungen, die Fuchspopulation durch geeignete Bekämpfungsmaßnahmen zu reduzieren (KAUKER und ZETTL, 1963). Einwände, daß durch eine Reduktion des Fuchsbestandes in das natürliche Gleichgewicht der Na-

tur eingegriffen wird, werden dadurch widerlegt, daß schon seit dem Aussterben der natürlichen Feinde des Fuchses wie Wolf und Steinadler das natürliche Gleichgewicht gestört ist (SCHRÖDER, 1969), und nun eben der Mensch die regulierende Funktion ausüben muß.

2.4.2.1. Reduktion durch jagdliche Maßnahmen

Es wurde angestrebt, durch vermehrte Jagd auf den Fuchs seine Populationsdichte zu verringern. Obwohl in der Bundesrepublik seit 1959 Abschußprämien gewährt wurden, konnte keine nachhaltige Reduktion des Fuchsbestandes erzielt werden (MOEGLE et al., 1971). In traditionellen Niederwildrevieren, wo der Fuchs seit langem scharf bejagt wird, kann der Einfluß der Jagdgewohnheiten auf Fuchsdichte und damit Tollwutfrequenz am deutlichsten beobachtet werden (MOEGLE und STANG, 1982). Hier zeigte sich, daß durch vermehrte Jagd auf den Fuchs über Jahrzehnte hinweg, die Fuchsdichte so niedrig gehalten werden kann, daß die Tollwut praktisch nicht auftritt. Da sich die Jagdgewohnheiten aber nicht so schnell ändern lassen, können jagdliche Maßnahmen allein nicht zu der gewünschten Reduktion unter die kritische Dichte von 0,2 bis 0,3 Füchsen/km² führen. Es wurde empfohlen, vermehrte Jagd in Verbindung mit der Fuchsbaubegattung zu praktizieren (KERSTEN und ZINN, 1971,

WACHENDÖRFER, 1975, SCHNEIDER, 1977).

2.4.2.2. Reduktion durch Giftköder

Das Auslegen von Gift, wie z.B. Strychnin, ist unsicher und zu gefährlich (MOEGLE und KNORPP, 1977) und verbietet sich aus tierschützerischen Gründen (WACHENDÖRFER, 1975).

2.4.2.3. Verhütung der Trächtigkeit durch Antifertilitätsagentien

Durch Auslage von Ködern mit empfängnisverhütenden Stoffen könnte die Reproduktionsrate vermindert werden. Diese Methode ist kaum kontrollierbar, und es erscheint fraglich, ob genügend Fähen zum Zeitpunkt der Ovulation erreicht werden können (WACHENDÖRFER, 1974).

2.4.2.4. Reduktion durch Begasung der Fuchsbaue

Die Fuchsbaubegasung hat sich als brauchbare Methode zur Populationsverminderung erwiesen, wenn der Zeitpunkt der Begasung richtig gewählt wird, und die begasteten Baue auch tatsächlich befahren sind (ZINN, 1966). Die Begasung der Baue muß im Frühjahr erfolgen, wenn sich die Gehecke im Bau befinden. Erfolgreich ist die Begasung, wenn zwischen 70 und 80% der Baue erreichbar sind, und mindestens 75% der Gehecke im Bau

aufgezogen werden (MOEGLE und KNORPP, 1977). In Berggebieten halten sich nur ca. 50% der Gehecke in gegrabenen Bauen auf (STECK, 1975), so daß hier die Begasung als alleinige Maßnahme nicht ausreicht.

Beim Auffinden der Baue ist man auf die Mithilfe der Jäger angewiesen. Bei starker Tollwutverseuchung ist die Jägerschaft eher bereit, die Lage der Baue anzugeben. Wenn sich die Begasung jedoch über Jahre hinzieht, und die Tollwut etwas zurückgegangen ist, läßt die Bereitschaft zur Mitarbeit nach (MOEGLE et al., 1971). So hat sich gezeigt, daß mit der Begasung nur anfangs recht gute Erfolge zu verzeichnen waren. Das nachlassende Interesse der Jägerschaft, Opposition der Tierchutzverbände (WACHENDÖRFER, 1975) und das Ausweichen des Fuchses auf Ersatzunterkünfte wegen der ständigen Störungen am Bau durch den Menschen (STECK, 1975), zeigten bald die Grenzen der Begasung auf.

Einen nachteiligen Effekt hatte die Fuchsbaubegasung auf die Dachspopulation. Der Dachs, der oft vergesellschaftet mit dem Fuchs einen Bau bewohnt (BURROWS und MATZEN, 1972) und schon durch die Tollwut stark getroffen wird, konnte durch die Begasung zwar nicht ausgerottet werden, wurde aber doch ziemlich stark dezi-

miert (MOEGLE und KNORPP, 1977).

Mit der Begasung konnte auch das weitere Vordringen der Tollwut nicht aufgehalten werden (MOEGLE et al., 1971), da die zum Abreißen der Infektkette notwendige Besatzdichte von höchstens 0,3 Füchsen/km² niemals erreicht wurde.

2.4.3. Immunisierung durch Vakzinierung der Füchse

Seit langem sind Versuche im Gange, durch Vakzinierung gegen die Tollwut eine immune Fuchspopulation zu schaffen, um so über eine Reduktion der empfänglichen Wirte die Infektkette zu unterbrechen.

Es wurden Versuche unternommen, Fuchswelpen am Bau zu fangen (KRAFT, 1975, EIFE et al., 1977, IRMER und SCHLEGEL, 1981) und sie per injectionem gegen Tollwut zu impfen. Es erscheint damit zwar möglich, kleinere Gebiete zu erfassen, aber der Aufwand mit dem Einfangen der Tiere war beträchtlich und die Anwendung auf große Flächen nicht praktikabel.

Deshalb gingen die Überlegungen dahin, über Köder auf oralem Wege eine Immunität zu erreichen. Das Prinzip der oralen Immunisierung besteht darin, dem Impfling geeignete Lebendvakzine über den Fang zu verabreichen

und durch Resorption des Impfstoffes über die unversehrte Mundschleimhaut eine systemische Immunität aufzubauen (MAYR et al., 1984). Eine Immunität kann auch durch Resorption über den Darm erfolgen; dazu muß das Impfvirus aber vor einer Inaktivierung im Magen geschützt werden.

Erste Versuche zur oralen Immunisierung von Füchsen wurden von BLACK und LAWSON (1970) und 1971 von BAER et al. durchgeführt. Die geimpften Füchse hatten virusneutralisierende Antikörper gebildet, und sie widerstanden einer Testinfektion mit dem Feldvirus. Zu den gleichen Ergebnissen kamen MAYR et al. (1972) in Deutschland. Sie stellten außerdem fest, daß eine orale Reimmunisierung Boosterwirkung zeigt, und daß durch die erreichten hohen Antikörpertiter im Blut ein langer Infektschutz gewährleistet ist.

Für erste Versuche wurden Lebendimpfstoffe verwendet, die auf den ERA-Stamm zurückgehen. Unschädlichkeitsprüfungen mit diesem Impfstamm zeigten jedoch, daß er für bestimmte Nager und Insektivoren eine Restpathogenität besitzt (WACHENDÖRFER, 1977). Andere Impfstoffe auf der Basis des Flury Virus sind zu unzuverlässig. Das LEP Flury Virus ist nicht verwendbar wegen

seiner Pathogenität für Füchse und Jungtiere, und das HEP Flury Virus neigte bei Mäusen, Ratten und Musteliden zur Latenz (WACHENDÖRFER und FROST, 1980).

Die Schweizer Arbeitsgruppe um Steck erreichte die besten Ergebnisse mit auf BHK21-Zellen adaptiertem SAD-Virus (STECK et al., 1982). Offensichtliche Nachteile des Schweizer Impfstoffes (unzureichende Temperaturstabilität, eine gewisse Restpathogenität auch für größere Säuger) wurden mit dem in Tübingen entwickelten Impfstoff SAD B19 entgültig überwunden (SCHNEIDER und COX, 1983).

KIENY et al. (1984) berichten von der Entwicklung eines Vaccinia-Virus, das das Tollwut-Glykoprotein-Antigen enthält (recombinant vaccinia virus) und in der Lage ist, bei Kaninchen die Produktion von virusneutralisierenden Antikörpern gegen Tollwut auszulösen. Füchse, denen dieses Lebend-Vaccinia-Virus verabreicht wurde, reagierten ebenfalls mit der Bildung von hohen Antikörpertitern (BLANCOU et al., 1986). Eine Injektion von Tollwut-Feldvirus 28 Tage nach der erfolgten Impfung mit der Vaccinia-Virus-Rekombinanten überstanden die Tiere, ohne an Tollwut zu erkranken. BLANCOU et al. (1986) wiesen die Unschädlichkeit des entwickelten

Impfvirus für gesunde Füchse nach und seine Wirksamkeit nach subkutaner, intradermaler oder oraler Verabreichung. In freier Wildbahn fand das Rekombinanten-Vaccinia-Virus noch keine Anwendung.

Bevor man das SAD-Virus im Feldversuch einsetzen konnte, mußten noch Probleme der Stabilisierung des Impfvirus und der Köderapplikation geklärt werden.

Bei einem Versuch im Feld ist der Impfstoff ständig wechselnden Temperaturen ausgesetzt. Die Stabilisierung des Impfvirus konnte durch Zusatz von 10% Eigelb (HÄFLINGER et al., 1982, SCHNEIDER und COX, 1983) oder anderen Stabilisatoren (SCHNEIDER, pers. Mitt.) unterstützt werden.

Außerdem mußte ein Köder gefunden werden, der für den Fuchs attraktiv ist. Kleine und weiche Köder schieden aus, da sie der Fuchs einfach hinunterschlingt (MANZ, 1976). In Deutschland und in der Schweiz zeigte sich, daß Hühnerköpfe vom Fuchs gern akzeptiert werden (MANZ, 1976). Sie sind hart und so groß, daß der Köder vor dem Abschlucken zerbissen werden muß.

Der Impfstoff kann nicht direkt in den Köder injiziert werden, da dabei Titerverluste auftreten und die ge-

wünschte Immunität nicht erreicht wird (STOCKER, 1979). Der Impfstoff muß also in einem geeigneten Behälter verabreicht werden. Mit Wurstködern, die einen Plastikhalm mit Impfstoff enthielten, erzielten WINKLER und BAER (1976) bei Füchsen in Gefangenschaft gute Ergebnisse. HÄFLINGER et al. (1982) testeten Glasampullen, die, obwohl sie vorher in einen Hühnerkopf verbracht wurden, vom Fuchs nicht immer aufgebissen wurden. Dieser Behälter kam also nicht in Frage, da die erwünschte Freisetzung des Impfvirus im Mundbereich nicht gewährleistet war. Die besten Ergebnisse wurden mit einer PVC-Durchdruckpackung, die mit Alufolie versiegelt war, erzielt (STECK et al., 1982, SCHNEIDER und COX, 1983).

Der Impfstoffbehälter wird unter die Haut des Hühnerkopfes geschoben und da mit einer Klammer befestigt (STECK et al., 1982). In Tübingen wurde ein sog. Hühnerkopf-Galgen entwickelt (SCHNEIDER und COX, 1983), mit dessen Hilfe der Impfstoffbehälter in den Rachenraum des Hühnerkopfes vorgeschoben wird. Dieses Verfahren zeichnete sich dadurch aus, daß es weniger zeitaufwendig war. Da aber auch diese Methode die Herstellung von größeren Köderstückzahlen durch hohen Personalaufwand limitiert (SCHMITTDIEL, 1986), wurde der

sog. Tübinger Fuchsköder entwickelt. Dieser besteht aus einer Mischung von Fisch-, Tiermehl und Fetten und kann maschinell in großen Stückzahlen hergestellt werden. Wie es sich zeigte, ist die Akzeptanz des Köders durch Füchse dem Hühnerkopfköder gleichwertig (SCHNEIDER et al., 1987).

Tetracyclin, das sich in den Knochen ablagert und jahrelang nachweisbar bleibt (MANZ, 1976), wird als Markier substanz in die Köder verbracht. Der fluoreszenzmikroskopische Nachweis dieses Stoffes im Knochenschliff gibt indirekten Aufschluß über die Zahl der Füchse, die über den Köder erreicht wurden. MANZ (1976), der in einem Versuch 20 Köder/km² auslegte, konnte bei 70% der erlegten Füchse einen Tetracyclin-Nachweis führen.

Serologische Untersuchungen zum Nachweis serumneutralisierender Antikörper gegen das Tollwutvirus können Aufschluß über Art und Umfang der erworbenen Immunität in der Fuchspopulation geben.

1978 fand in der Schweiz der erste Feldversuch zur oralen Immunisierung von Füchsen statt. Als Impfgebiet wurde ein Teil des Kantons Wallis ausgesucht, der durch hohe Bergketten gut gegen Nachbargebiete abgegrenzt ist,

und wo die Tollwutseuchenwelle gerade in jenem Jahr das Gebiet erreicht hatte. In mehreren Köderaktionen wurden insgesamt 52000 Köder ausgelegt. Die Ergebnisse waren ermutigend. Seit Ende 1980 blieb das Wallis tollwutfrei. Es konnte in keinem Fall Impfvirus aus Tieren aus dem Impfgebiet isoliert werden. Allerdings konnte bei nur ca. 50% der erlegten Füchse ein Tetracyclin-Nachweis geführt werden und davon hatten nicht alle Antikörper ausgebildet (STECK et al., 1982).

Zahlreiche mathematische Modelle haben sich mit der Frage befaßt, wie hoch der Anteil der immunen Fuchspopulation sein muß, damit die Tollwutinfektkette abreißt. Einig ist man sich darin, daß je höher die Fuchsdichte ist, desto höher auch der immune Anteil der Population sein muß, damit die Tollwut erlischt.

In einem Simulationsmodell stellte BERGER (1976) dar, daß bei hoher Fuchsdichte fast 80% der Population immun sein müssen, damit die Infektkette abreißt; 70% würden ausreichen, damit die Tollwutausbreitung verlangsamt wird.

ANDERSON et al. (1981) errechneten für hohe Fuchsdichten einen erforderlichen Anteil von annähernd 100%.

Da dies durch Köderauslage niemals zu erreichen wäre, zweifelt ANDERSON (1986) den Erfolg von Massenvakzinationen an.

Bisher gibt es kein geeignetes Modell für die Tollwutbekämpfung, das die Situation im Feld realistisch simuliert.

Im Frühjahr 1983 begann man in der Bundesrepublik Deutschland mit dem ersten Feldversuch zur oralen Immunisierung. Zwei Impfgebiete - in Bayern und Hessen - wurden nach geographischen und epidemiologischen Aspekten ausgesucht (SCHNEIDER und COX, 1983). Die Gebiete waren stark tollwutverseucht und Flüsse wurden als natürliche Barrieren zur Eingrenzung der Impfzone herangezogen. Bei jährlich zwei Impfkationen - eine im Frühjahr und eine im Herbst - kamen 15 Köder/km² zur Auslage (SCHNEIDER et al., 1983).

Die Folgeuntersuchungen auf Aufnahme und Wirksamkeit wurden vom Tollwutzentrum in Tübingen für alle Versuchsgebiete durchgeführt. Teiluntersuchungen in Hessen zeigten, daß im Gesamtdurchschnitt der einzelnen Aktionen 78% der Füchse den Köder aufgenommen hatten, und daß davon wiederum 65% Antikörper ausgebildet hat-

ten und als immun anzusehen waren (WACHENDÖRFER et al., 1986).

Eine Gesamtauswertung aller Aktionen in den einzelnen Bundesländern bis Ende 1985 erbrachte, daß mit dem Hühnerkopf als Impfköder bei 75% der Fuchspopulation ein Tetracyclin-Nachweis geführt werden konnte, und 58% hatten Antikörper ausgebildet (SCHNEIDER et al., 1986). Ab Herbst 1985 kam der sog. Tübinger Köder großflächig zum Einsatz. Die Ergebnisse der Folgeuntersuchungen waren sehr viel besser: bei 73% Nachweis von Tetracyclin und bei 74% Nachweis von Antikörpern (SCHNEIDER et al., 1987).

Der Feldversuch war ursprünglich auf drei Jahre ausgelegt. Eine Verlängerung der Frist und eine Ausdehnung auf Nachbarstaaten lassen hoffen, in der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut ein Mittel zur Ausrottung dieser Seuche gefunden zu haben.

Auswahl des Impfgebietes

Der Einsatz der oralen Immunisierung zur Bekämpfung der Tollwut setzt voraus, daß man über detaillierte Kenntnisse der epidemiologischen Situation verfügt.

JACKSON und SCHNEIDER (1984) ordneten jedem Kreis der BRD einen bestimmten epidemiologischen Verlaufstyp zu, den sie durch graphische Darstellung der Tollwutfälle der Jahre 1950 bis 1981 erhielten. Die Tollwutfrequenzen konnten in vier typische Verlaufsmuster eingeteilt werden, wobei auch Zwischenstufen möglich sind:

1. Sporadisches Vorkommen
2. Ständig schwaches Vorkommen
3. Intermittierendes Vorkommen
4. Ständig starkes Vorkommen

(siehe hierzu nochmals Abb. 3).

Es zeigte sich, daß das Ausmaß der festgestellten Tollwutfälle einen besseren Indikator für die Fuchsdichte darstellt als andere Methoden, wie zum Beispiel der Hunting Indicator of Population Density (siehe S. 12).

In Abb. 4 habe ich versucht, unter Einbeziehung der möglichen Zwischenstufen, eine Einteilung der Seuchendichte für Baden-Württemberg und Bayern vorzunehmen. Eine derartige Darstellung macht ersichtlich, daß geographisch zusammenhängende Gebiete auch gleiche Verlaufsmuster der Tollwutfrequenz aufweisen und daß damit auch ähnliche Fuchsdichten vorliegen müssen.

Die Kenntnis dieser Verhältnisse erlaubt es, auf diese

Art von Seuchenkarten die Planung von Impfversuchen aufzubauen. Die Auswahl des Impfgebietes sollte sich nach dem Tollwutverlauf der letzten 5-10 Jahre, oder besser noch seit Beginn der Verseuchung, richten (SCHNEIDER et al., 1983).

Bei dem epidemiologischen Verlaufstyp 1 ist eine Impfung nur notwendig, wenn eine Tollwutinvasion bevorsteht. Bei Typ 2 dürfte eine Impfkation pro Jahr ausreichend sein und in Gebieten mit Typ 3 sollten zwei Mal jährlich vor einem erwarteten hohen Peak Impfkationen durchgeführt werden. Bei Typ 4 ist die Indikation zur Impfung immer gegeben und zwar sollte ein bis drei Jahre lang mit mindestens zwei Aktionen pro Jahr gegen die Tollwut vorgegangen werden (MOEGLE, 1986, SCHNEIDER, 1986).

Ursprünglich spielte bei der Auswahl der Impfgebiete die Geographie eine Rolle. Natürliche Barrieren wie Flüsse, Bergzüge oder auch Autobahnen, die für die Tollwut ein Hindernis darstellen, wurden nach Möglichkeit als Begrenzung der Impfzone ausgewählt (SCHNEIDER et al., 1983). Die Begrenzung eines Impfgebietes durch natürliche Barrieren ist zwar von Vorteil, aber nach Auswertung der ersten Impfkationen hat man erkannt, daß

es viel wichtiger ist, die Impfgebiete großflächig zu planen. Tollwutherde, die außerhalb eines Impfgebietes unberücksichtigt bleiben, können nämlich zu einer Reinfizierung des durch orale Immunisierung bereits tollwutfrei gewordenen Gebietes führen.

Auslegeaktionen

Die Auslage der Köder im Feld erfolgt durch die Jäger. Die Impfaktion soll flächendeckend sein und pro km² sollten 15-20 Köder ausgelegt werden. Die Auslegestellen werden vor der Aktion durch Revierkundige in eine Karte eingetragen. So ist es nach der Auslage möglich, einzelne Stellen stichprobenweise wieder aufzusuchen, um festzustellen, ob die Köder schon verschwunden sind (SCHNEIDER et al., 1983).

Überwachungsmaßnahmen

Im Anschluß an jede Impfaktion werden regelmäßig erlegte Füchse auf Vorliegen von Tollwut und auf Wirksamkeit der oralen Immunisierung untersucht. Bei jedem tollwutpositiven Fall erfolgt außerdem mit Hilfe monoklonaler Antikörper die Abgrenzung gegenüber einer möglichen Impfvirus-Infektion. Tetracyclin- und Antikörpernachweis dienen zur Feststellung der Köderaufnahme und des Immunstatus der Fuchspopulation

nach Impfungen (SCHNEIDER et al., 1983).

Es hat sich gezeigt, daß es wichtig ist, auch tollwut-negative Tiere zu registrieren, um einen Überblick über die insgesamt eingesandte und untersuchte Anzahl von Tieren zu haben. Geht nämlich in einem Gebiet die Tollwut durch die orale Immunisierung zurück, wird es häufig nicht mehr für notwendig erachtet, tot aufgefundene oder erlegte Tiere auf Tollwut untersuchen zu lassen. Die Einsendung von Tieren über einen längeren Zeitraum ist aber gerade in diesem Fall äußerst wichtig.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Die Darstellung der epidemiologischen Situation spielt vor, während und nach einer Impfaktion eine entscheidende Rolle. Vor einer Impfung entscheidet die Tollwutseuchenlage, ob und wann ein Gebiet zur Impfzone wird. Während und nach einer Impfaktion muß die Entwicklung der epidemiologischen Lage beobachtet werden, um über die Effektivität der Impfung Aussagen machen zu können.

Gerade aber die Darstellung der Tollwutseuchenlage über Jahre hinweg, stößt auf gewisse Schwierigkeiten. Man hat nach Möglichkeiten gesucht, das Weiterwandern der Tollwut als Bewegungsablauf darzustellen, um so eventuell bevorzugte Ausbreitungsrichtungen des Seuchenzuges zu erforschen. Es sollte möglich sein, wie mit der Technik des Daumenkinos, Tollwutfälle eines bestimmten Gebietes in ihrer zeitlichen Abfolge als Bewegungsvorgänge sichtbar zu machen. Versuche mit Schmalfilm und handgezeichneten Karten zeigten, daß es grundsätzlich möglich ist, das Seuchengeschehen als wandernde Welle darzustellen (MOEGLE, pers. Mitt.). Da aber Methode und Technik noch nicht ausgereift waren, sollte dasselbe mit Hilfe von computergezeichneten Landkarten auf Videofilm versucht werden.

3.1. Material und Methode

3.1.1. Videotechnik

Sämtliche Tollwutfälle der Bundesrepublik Deutschland wie aller übrigen europäischen Länder werden seit 1977 mit Hilfe der EDV im Tollwutzentrum in Tübingen erfaßt. Unter Angabe des Datums der Feststellung, des Fundortes und der Tierart wird jeder einzelne Tollwutfall im Rechner gespeichert. Den Fundorten werden die Koordinaten der geographischen Länge und Breite zugeteilt.

Ein an den Computer angeschlossener Plotter ist in der Lage, für jedes gewünschte Gebiet und jeden gewünschten Zeitraum eine Tollwutseuchenkarte auszudrucken. Dabei erscheint jeder registrierte Tollwutfall nach seinem gemeldeten Fundort als Punkt auf einer Karte. Sind an einem Fundort mehrere Tollwutfälle im selben Zeitraum aufgetreten, so werden die weiteren Fälle systematisch um den ersten Punkt gezeichnet. Damit wird gewährleistet, daß auch jeder einzelne Tollwutfall als Punkt auf der Karte erscheint.

Das Ausdrucken mit dem Plotter hat den Vorteil, daß die Punkte alle gleich groß gezeichnet werden und exakt nach ihren Koordinaten gesetzt werden. Beim Einzeichnen der Punkte per Hand kann man diese Genauigkeit niemals erreichen.

Für die vorliegende Arbeit waren die Tollwutfälle, die zwischen 1980 und 1986 aus Bayern und Baden-Württemberg gemeldet wurden, von Bedeutung. Für diese beiden Bundesländer und diesen Zeitraum wurden Tollwutseuchenkarten angefertigt, die dann in zeitlicher Abfolge gefilmt werden sollten.

Pro Jahr wurden 12 Tollwutseuchenkarten im Din A3-Format erstellt. Jede Karte umfaßte Tollwutfälle eines Zeitraumes von drei Monaten. Die Karten überschnitten sich zeitlich um zwei Monate, d.h. jede Karte nahm die Tollwutfälle des nächsten Monats neu hinzu und die Fälle des ersten Monats wurden weggelassen (1. Karte: Januar bis März, 2. Karte: Februar bis April usw.). Dadurch sollten zu große Sprünge im Bewegungsablauf des Tollwutseuchenzuges vermieden werden.

Für die Jahre 1980 bis einschließlich 1. Quartal 1986 wurden insgesamt 75 Karten angelegt. In eine weitere Karte desselben Formats wurden die Grenzen der Bundesländer, der Regierungsbezirke und der Kreise in verschiedenen Farben eingezeichnet. Das Darstellen der Verläufe größerer Flüsse sollte es zusätzlich ermöglichen, eine eventuelle Barrierefunktion der Flüsse für die Tollwutausbreitung sichtbar zu machen. Große

Städte wurden zur besseren Orientierung als Fixpunkte markiert.

Die Weiterverarbeitung der angefertigten Karten zum Videofilm erfolgte an der Fachhochschule für Druck in Stuttgart.

Zur Verbesserung der technischen Qualität war es von Vorteil, von jeder Karte erst ein Dia herzustellen. Unter Zuhilfenahme mehrerer synchronisierter Projektionsgeräte wurden die Dias in schneller zeitlicher Abfolge (2-8 Dias/Sek.) auf eine Großleinwand geworfen, wobei das Dia, das die Grenzen und Flüsse enthielt, stationär auf der Leinwand blieb und die Dias mit den Tollwutfällen darüber projiziert wurden.

Bei der Diaschau zeigte sich schon, daß es für unser Auge nicht möglich ist, sich auf das gesamte Gebiet zu konzentrieren. Deshalb wurden für die Videoaufnahmen, die von der Großleinwand erfolgten, kleinere Ausschnitte gewählt. Von Baden-Württemberg wurden drei und von Bayern fünf Ausschnitte angefertigt.

Ausschnitte von Baden-Württemberg:

1. Regierungsbezirk Freiburg (Fixpunkt: Stadt Freiburg)
2. Regierungsbezirk Tübingen (Fixpunkte: Stadt Tübingen, Ravensburg)
3. Nordwürttemberg, Baden (Fixpunkte: Heidelberg, Karlsruhe, Heilbronn, Stuttgart, Aalen)

Ausschnitte von Bayern:

1. Südost-Oberbayern (Fixpunkte: Rosenheim, Altötting, München)
2. Oberbayern, Schwaben (Fixpunkte: Augsburg, Kempten, München, Bad Tölz)
3. Oberpfalz, Mittelfranken (Fixpunkte: Bamberg, Weiden, Ansbach, Regensburg)
4. Unterfranken (Fixpunkte: Bad Kissingen, Würzburg, Bamberg)
5. Oberfranken (Fixpunkte: Hof, Coburg, Bamberg, Bayreuth)

3.1.2. Tollwutseuchenkarten für den Regierungsbezirk Freiburg und für Südost-Oberbayern

Für den Regierungsbezirk Freiburg und Südost-Oberbayern wurden nochmals gesondert Tollwutseuchenkarten angefertigt. Diese Gebiete sind epidemiologisch von Interesse und eignen sich zur Beurteilung des Einflusses der oralen Immunisierung der Füchse auf das Tollwutseuchengeschehen, da diese Gebiete teilweise an Impfaktionen beteiligt waren.

Diese Tollwutseuchenkarten (Abb. 6-33 und Abb. 35-62) sollen der Dokumentation und dem eingehenden Studium der Tollwutsituation am Beispiel Südost-Oberbayern und Regierungsbezirk Freiburg dienen.

Auf Din A4-Blätter wurden die Bundesland- und Kreisgrenzen, Flußverläufe und Kreisnamen durch den Plotter ausgedruckt. Die jeweiligen Impfgebiete wurden per Hand eingezeichnet und schraffiert. Pro Jahr wurden vier Karten angefertigt, die jeweils Tollwutfälle eines Quartals umfaßten.

Die 28 Karten pro Untersuchungsgebiet vom 1. Quartal 1980 bis 4. Quartal 1986 sollten es ermöglichen, den

Verlauf der Tollwut zu erkennen, den Einfluß der oralen Immunisierung auf die epidemiologische Situation darzustellen und eine eventuelle Barrierefunktion des Inns sichtbar zu machen.

3.1.3. Darstellung der epidemiologischen Situation durch Balkengraphiken

Zur Darstellung der Tollwutdichte auf eine bestimmte Fläche bezogen, ist eine Graphik gut geeignet.

Auf der Abszisse wurden die Quartale der Jahre 1980 bis 1986 aufgetragen. Auf der Ordinate wurden die Tollwutfälle je 100 km² und Quartal pro Kreis als Balken aufgezeichnet. Bei den Tollwutfällen wurde noch unterschieden zwischen Fuchs und andere Tierarten.

Eine solche Graphik wurde für folgende Kreise angefertigt: Breisgau-Hochschwarzwald (Abb. 63), Emmendingen (Abb. 64), Lörrach (Abb. 65), Waldshut (Abb. 66), Altötting (Abb. 67), Mühldorf a. Inn (Abb. 68), Rosenheim (Abb. 69), Traunstein (Abb. 70) und Miesbach (Abb. 71).

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Ergebnisse der Videotechnik

3.2.1.1. Gesamtübersicht Bayern und Baden-Württemberg

Im Film kann man erkennen, daß die allgemeine Wanderungsrichtung der Tollwutwelle von Osten nach Westen tendiert, wobei aber vor allem auch kleinere Seuchenzüge festgestellt werden können, die eigenständige Bewegungsabläufe aufweisen.

Schon bei der Großdarstellung wird deutlich, daß im Gebiet Passau, Freyung-Grafenau, Regen oder entlang des Inns in Südost-Oberbayern oder im Südwesten Baden-Württembergs solche eigenständigen Seuchenbewegungen ablaufen.

Es wird sichtbar, daß die Donau eine Barriere für die Tollwutausbreitung darstellt. Südlich der Donau finden wir viel dichtere Tollwutherde als nördlich, die sich immer wieder nach Süden bewegen und dann beim Zurückkommen an der Donau Halt machen.

3.2.1.2. Baden-Württemberg

A. Regierungsbezirk Freiburg

1980 sind alle Landkreise gleichmäßig stark verseucht. Die Tollwutfrequenz geht im Jahr 1981 allgemein zurück. 1982 entstehen massive Tollwutverdichtungen in den östlich gelegenen Landkreisen des Regierungsbezirkes (Rottweil, Tuttlingen, Konstanz) und in Waldshut. Von Waldshut aus wird Lörrach vom Seuchenzug erreicht, der dann nach Norden weiterwandert und dabei zuerst den Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald und später den Kreis Emmendingen erreicht. Im Ortenaukreis finden wir auch immer wieder Tollwutfälle, die aber unabhängig von dem Seuchenzug, der vom Süden her Emmendingen erreicht, auftreten.

B. Regierungsbezirk Tübingen

Am stärksten tollwutverseucht sind hier die Kreise Ravensburg, Biberach und der Alb-Donau-Kreis, die sich alle an der östlichen Grenze des Regierungsbezirkes befinden. Von hier aus wandern 1981 die dichten Tollwutherde in Richtung Westen und überziehen die Kreise Reutlingen, Sigmaringen, Bodenseekreis, Zollernalbkreis und Tübingen. Im Kreis Reutlingen massieren sich

1983 die Tollwutfälle an der Grenze zum Regierungsbezirk Stuttgart. Hier scheint ein kleiner Seuchenzug vom Süden des Landkreises Reutlingen nach Norden zu verlaufen.

C. Nordwürttemberg, Baden

1980 fällt ein dichter Tollwutherd im Rhein-Neckar-Kreis auf. Er befindet sich nördlich des Neckars und löst sich 1981 auf. Die anderen Landkreise sind 1980 und 1981 alle gleichmäßig von der Tollwut betroffen. Ende 1982 kommt es dann zu einer Verdichtung der Tollwutfälle in den Kreisen Schwäbisch-Hall und Ostalbkreis. Es kommt auch hier zu einer Bewegung der Seuchenwelle Richtung Westen zum Rems-Murr-Kreis hin und 1983 weiter über den Neckar hinweg zu den Kreisen Ludwigsburg, Karlsruhe, Enzkreis und Rastatt.

3.2.1.3. Bayern

A. Südost-Oberbayern

Von 1980 bis 1983 laufen rechts und links des Inns voneinander unabhängige und zum Teil gegenläufige Seuchenbewegungen ab. Die Tollwutherde bewegen sich entlang des Inns, auf der einen Uferseite nach Süden, auf der anderen nach Norden. Diese Wellen werden durch die Impfungen 1983-1985 unterbrochen. Ab 1984 treten nur noch vereinzelte Tollwutfälle in den Landkreisen auf. Danach ist die Tollwut in diesen Gebieten offensichtlich erloschen.

B. Oberbayern, Schwaben

Zwischen den Flüssen Inn-Isar, Isar-Lech und Lech-Iller scheinen eigenständige Seuchenbewegungen abzulaufen, wobei auch diesen Flüssen eine Barrierefunktion zukommt. In den Jahren 1980 bis 1982 sind die meisten Tollwutfälle im Süden dieser Flußtäler vorzufinden. Ab 1983 wandern die Züge unabhängig voneinander Richtung Norden und 1984 wieder nach Süden. In den Jahren 1985 und 1986 geht die Tollwutfrequenz infolge der oralen Fuchsimmunisierung allgemein zurück.

C. Oberpfalz, Mittelfranken

Über die Jahre 1980 bis 1986 sind vor allem die Landkreise entlang der Grenze zur DDR von der Tollwut stark betroffen, z.B. Hof, Wunsiedel, Tirschenreuth und Neustadt a.d. Waldnaab. Die Kreise Cham, Regen, Freyung-Grafenau, Passau, Deggendorf und Straubing-Bogen sind bis 1982 fast tollwutfrei. Cham wird 1983 vom Norden her mit ins Tollwutgeschehen einbezogen. Freyung-Grafenau wird ebenfalls 1983 vom Tollwutzug erreicht, jedoch vom Osten her. Diese Tollwutwelle wandert über Passau im Jahre 1984 nordwestlich weiter nach Deggendorf, Regen und Straubing.

Im Landkreis Passau, der durch die Donau geteilt wird, wird wiederum die Barrierefunktion der Donau sichtbar. Die Tollwutfälle massieren sich hauptsächlich nördlich der Donau; es kommt kaum zu Übertritten in den Süden.

Der Herd um Freyung-Grafenau, Passau löst sich 1985/86 von selbst auf. Bei diesen Kreisen handelt es sich um Gebiete mit sporadisch bis ständig schwachem Vorkommen der Tollwut (Abb. 3 nach JACKSON und SCHNEIDER). Es wird hier deutlich, daß bei der Auswahl des Impfgebietes dieser Tollwuttyp unberücksichtigt bleiben kann,

da die Tollwut von selbst zum Erlöschen kam.

D. Unterfranken

Auch hier scheint ein Flußverlauf für zwei voneinander unabhängige Seuchenbewegungen verantwortlich zu sein. Nördlich des Mains rückt die Tollwut vom Norden her (Rhöngrabfeld und Bad Kissingen) in Richtung Süden bis zum Main vor. Südlich des Mains befindet sich ein größserer Tollwutherd um Bamberg, Erlangen, der zeitweise nach Westen weiterwandert und die Kreise Neustadt a.d. Aisch, Kitzingen und Schweinfurt erreicht.

E. Oberfranken

Die Tollwutherde der Landkreise Hof, Wunsiedel und Tirschenreuth wandern in Richtung Westen nach Bayreuth, Kulmbach und Kronach. Vom Westen her werden Bayreuth und Kulmbach von einem Tollwutseuchenzug, der von Bamberg, Forchheim ausgeht, erreicht.

3.2.2. Ergebnisse der Analyse der Tollwutseuchen-
karten speziell für die Untersuchungsgebiete
im Regierungsbezirk Freiburg und in Südost-
Oberbayern unter Berücksichtigung der Impfge-
biete

3.2.2.1. Regierungsbezirk Freiburg

Hier wurden folgende Kreise ausgewählt:

Breisgau-Hochschwarzwald, Freiburg	(Fläche: 1527 km ²)
Lörrach	(Fläche: 806 km ²)
Waldshut	(Fläche: 1134 km ²)
Emmendingen	(Fläche: 681 km ²)

Die folgenden Tollwutseuchenkarten vom 1. Quartal 1980 bis 4. Quartal 1986 (Abb. 6 - Abb. 33) zeigen die epidemiologische Situation im Untersuchungsgebiet auf. Sie machen außerdem den Einfluß der oralen Immunisierung auf das Seuchengeschehen deutlich. In Tab. 1 sind die Tollwutzahlen pro Quartal für die Jahre 1980 bis 1986 für die oben genannten Kreise dokumentiert. In Abb. 5 sind diesen und den Nachbarkreisen die entsprechenden epidemiologischen Verlaufstypen zugeordnet.

In den Jahren 1980 und 1981 sind diese Kreise ziemlich stark von der Tollwut betroffen. Wir finden mehr oder weniger große Tollwutherde vor. Im 4. Quartal 1981

(Abb. 13) geht in allen Kreisen gleichmäßig die Seuche zurück. Ab dem 2. Quartal 1982 (Abb. 15) ist festzustellen, daß die Kreise Emmendingen und Breisgau-Hochschwarzwald, die im Norden des Untersuchungsgebietes liegen, fast tollwutfrei sind. Auch im Landkreis Lörrach nimmt die Tollwutfrequenz ab, während sich die Tollwutfälle im Kreis Waldshut immer mehr verdichten. Im 2. Quartal 1983 (Abb. 19) finden wir wieder mehr Fälle im Kreis Lörrach, und ab da steigt die Tollwutfrequenz im Kreis Breisgau-Hochschwarzwald von Quartal zu Quartal an, bis im 3. Quartal 1985 (Abb. 28) der Höchststand von 223 Tollwutfällen erreicht ist (Tab. 1). Im 2. Quartal 1983 wurde nur ein Tollwutfall registriert.

Es ist festzustellen, daß die Tollwutherde, ausgehend von Waldshut und Lörrach, stetig weiter nach Norden wandern. Zuerst wird der Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald von der Seuchenwelle heimgesucht und von hier aus wird auch der Kreis Emmendingen verseucht. Ab 1985 nimmt die Tollwutfrequenz in Emmendingen pro Quartal stetig zu und erreicht im 1. Quartal 1986 mit 77 Tollwutfällen ihren zahlenmäßigen Höchststand. In den Jahren 1982, 1983 und 1984 war Emmendingen gänzlich tollwutfrei.

Im Herbst 1985 werden in den Kreisen Lörrach, Waldshut und dem südlichen Teil des Breisgau-Hochschwarzwaldes erstmals Köder zur oralen Immunisierung ausgelegt (Abb. 28). Schon im Frühjahr 1986 sieht man deutliche Erfolge der Impfung (Abb. 30): aus Lörrach werden nur vier und aus Waldshut ein Tollwutfall gemeldet. Der Kreis Breisgau-Hochschwarzwald ist noch immer stark von der Tollwut betroffen, aber fast alle Tollwutfälle liegen im nördlichen Teil des Kreises, also außerhalb des Impfgebietes vom Herbst (Abb. 29).

Ab Frühjahr 1986 wird in die Impfkation der ganze Kreis Breisgau-Hochschwarzwald miteinbezogen, was dazu führt, daß Ende 1986 nur noch sechs Tollwutfälle aus diesem Gebiet gemeldet werden (Abb. 33).

Die Tollwutsituation in Lörrach und Waldshut bleibt das ganze Jahr 1986 über stabil, d.h. es werden nur noch vereinzelt Tollwutfälle registriert.

Tab. 1 Tollwutzahlen pro Quartal für die Jahre 1980
bis 1986

		Breisgau- Hochschwarz- wald	Emmendingen	Lörrach	Waldshut
1980	1	16	22	8	31
	2	13	11	9	26
	3	32	6	12	44
	4	79	8	25	27
1981	1	77	12	59	36
	2	54	9	33	17
	3	58	11	20	16
	4	9	1	6	6
1982	1	4	0	8	13
	2	2	0	4	21
	3	1	0	1	47
	4	3	0	6	43
1983	1	1	0	8	30
	2	1	0	12	25
	3	5	0	4	21
	4	4	0	13	24
1984	1	6	0	23	29
	2	14	0	34	30
	3	12	0	23	27
	4	22	0	24	39
1985	1	40	2	26	18
	2	180	11	16	19
	3	223 J*	15	23 J	17 J
	4	180	38	20	25
1986	1	96 J	77	4 J	1 J
	2	39	50	6	2
	3	9 J	42	1 J	1 J
	4	6	39	1	0

J = ganzer Kreis Impfgebiet

J* = nur ein Teil des Kreises Impfgebiet

Abb. 5 Epidemiologische Verlaufstypen der Tollwut im Untersuchungsgebiet und den angrenzenden Kreisen

- 1 Sporadisches Vorkommen
- 2 Ständig schwaches Vorkommen
- 3 Intermittierendes Vorkommen
- 4 Ständig starkes Vorkommen

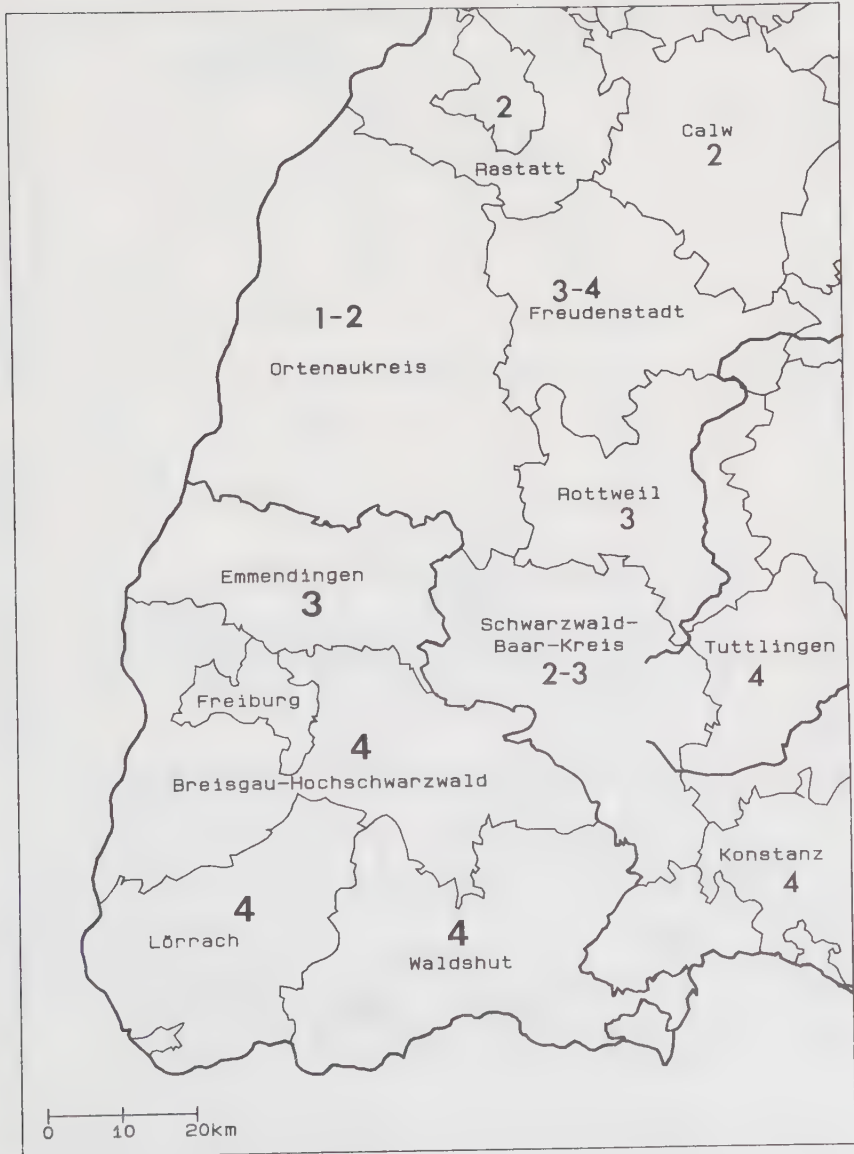


Abb. 6

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 1.Quartal 1980.



Abb. 7

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 2.Quartal 1980.

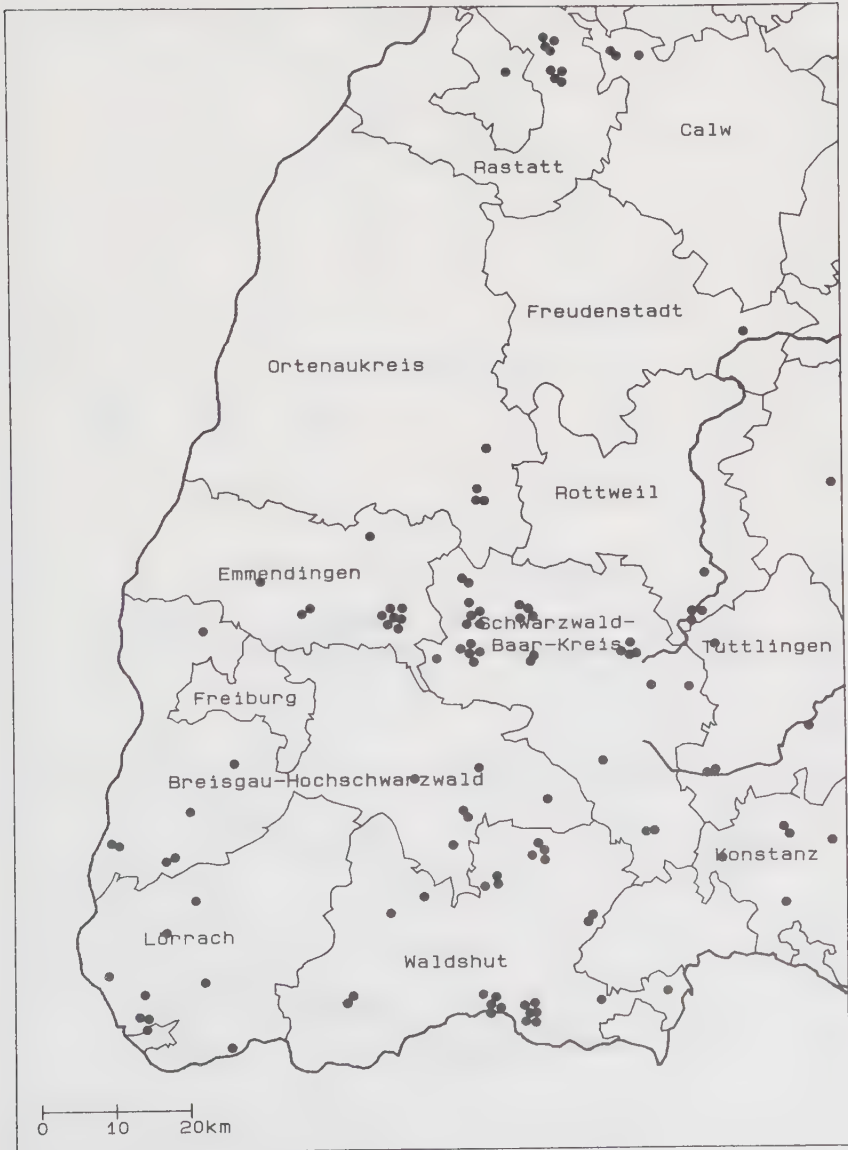


Abb. 8

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 3. Quartal 1980.



Abb. 9

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 4.Quartal 1980.

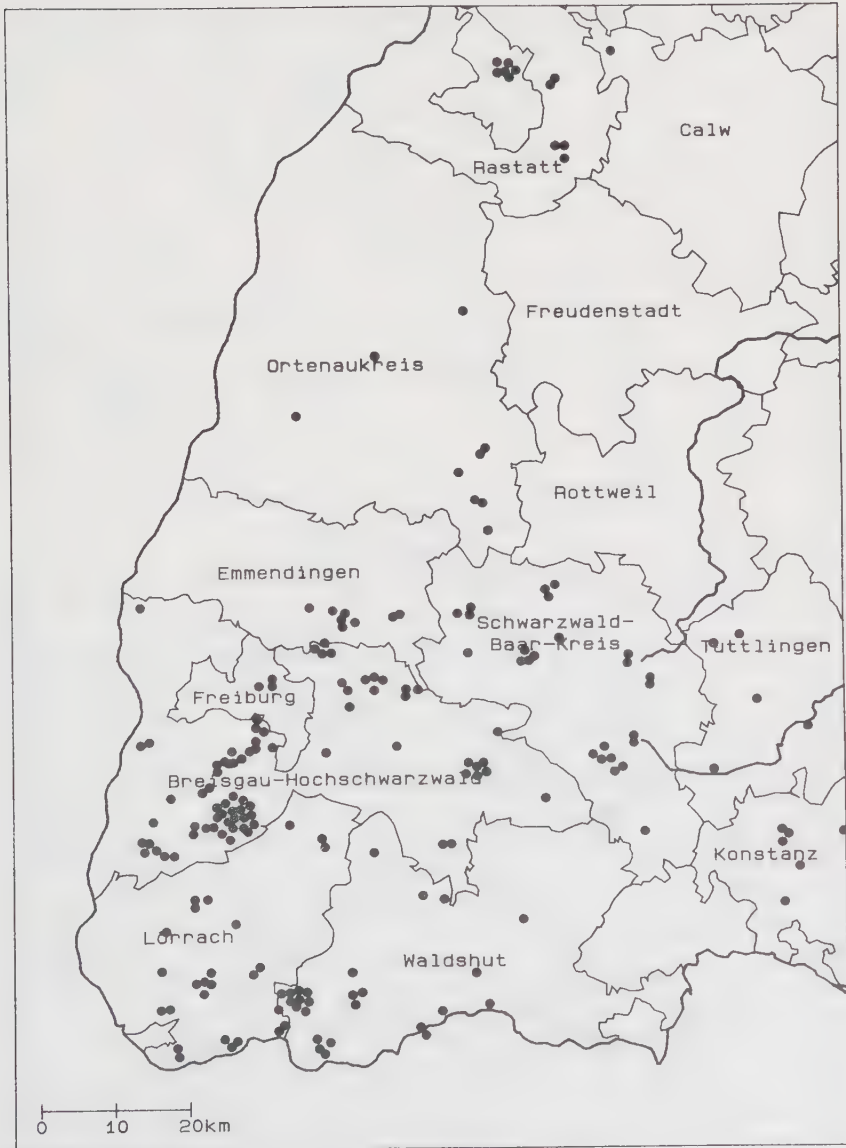


Abb. 10

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 1. Quartal 1981



Abb. 11

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 2.Quartal 1981



Abb. 12

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 3. Quartal 1981



Abb. 13

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 4.Quartal 1981



Abb. 14

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 1. Quartal 1982



Hergestellt im WHO-Tollwutzentrum Tübingen

Abb. 15

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 2.Quartal 1982



Hergestellt im WHO-Tollwutzentrum Tübingen

Abb. 16

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 3. Quartal 1982



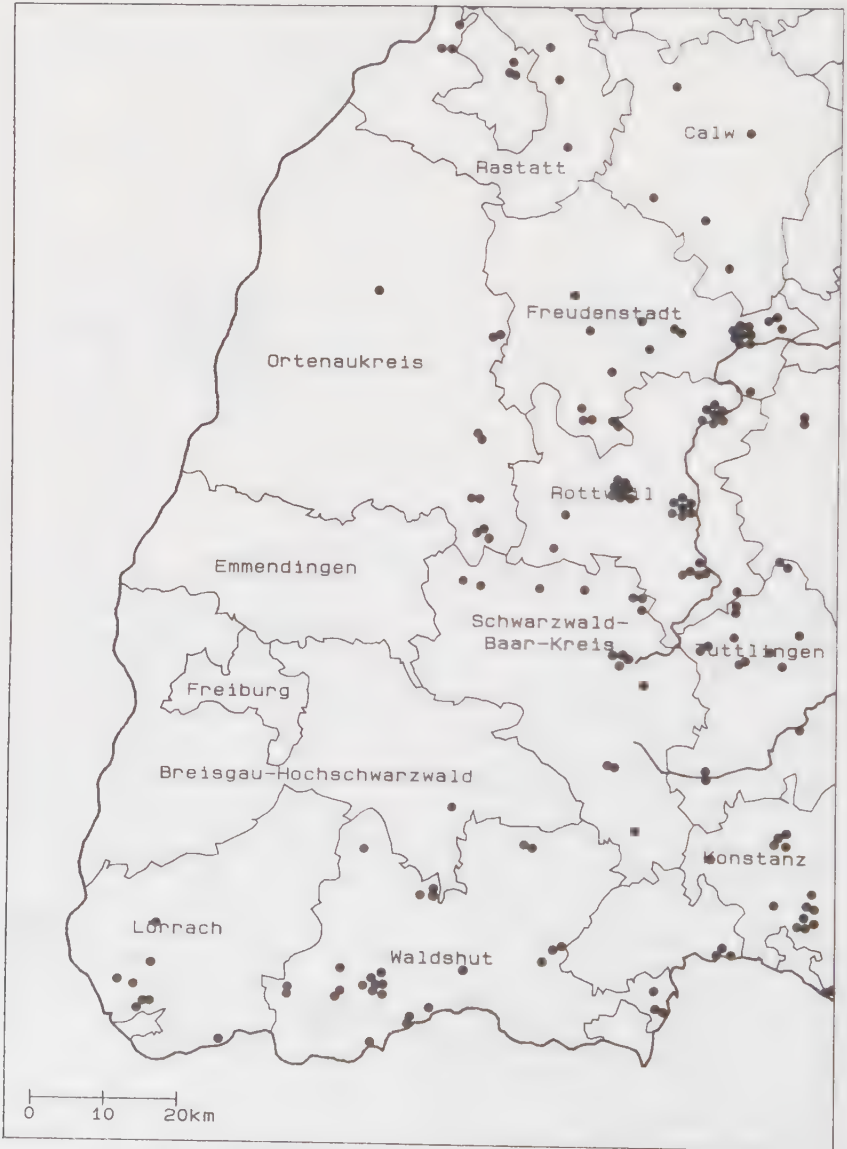
Abb. 17

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 4.Quartal 1982



Abb. 18

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 1. Quartal 1983



Hergestellt im WHO-Tollwutzentrum Tübingen

Abb. 19

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 2.Quartal 1983.



Abb. 20

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 3.Quartal 1983



Hergestellt im WHO-Tollwutzentrum Tübingen

Abb. 21

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 4.Quartal 1983



Abb. 22

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 1.Quartal 1984.



Abb. 23

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 2.Quartal 1984.



Abb. 24

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 3. Quartal 1984.

 Impfgebiet Herbst 1984.

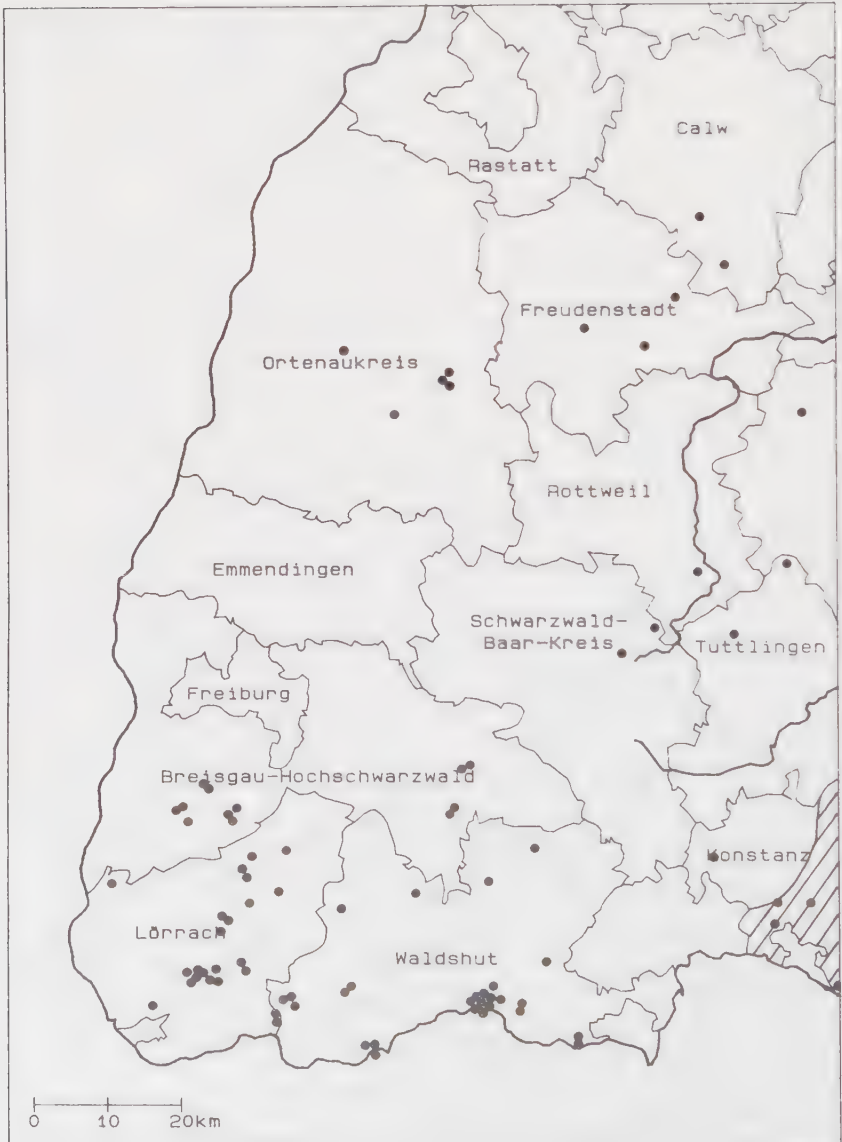


Abb. 25

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 4.Quartal 1984.

 Impfgebiet Herbst 1984.



Abb. 26

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 1.Quartal 1985.

 Impfgebiet Frühjahr 1985.



Abb. 27

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 2.Quartal 1985.

 Impfgebiet Frühjahr 1985.



Abb. 28

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 3. Quartal 1985.

 Impfgebiet Herbst 1985.



Abb. 29

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 4.Quartal 1985.

 Impfgebiet Herbst 1985.



Abb. 30

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 1.Quartal 1986.

 Impfgebiet Frühjahr 1986.



Abb. 31

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 2.Quartal 1986.

 Impfgebiet Frühjahr 1986.



Abb. 32

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 3. Quartal 1986.

 Impfgebiet Herbst 1986.

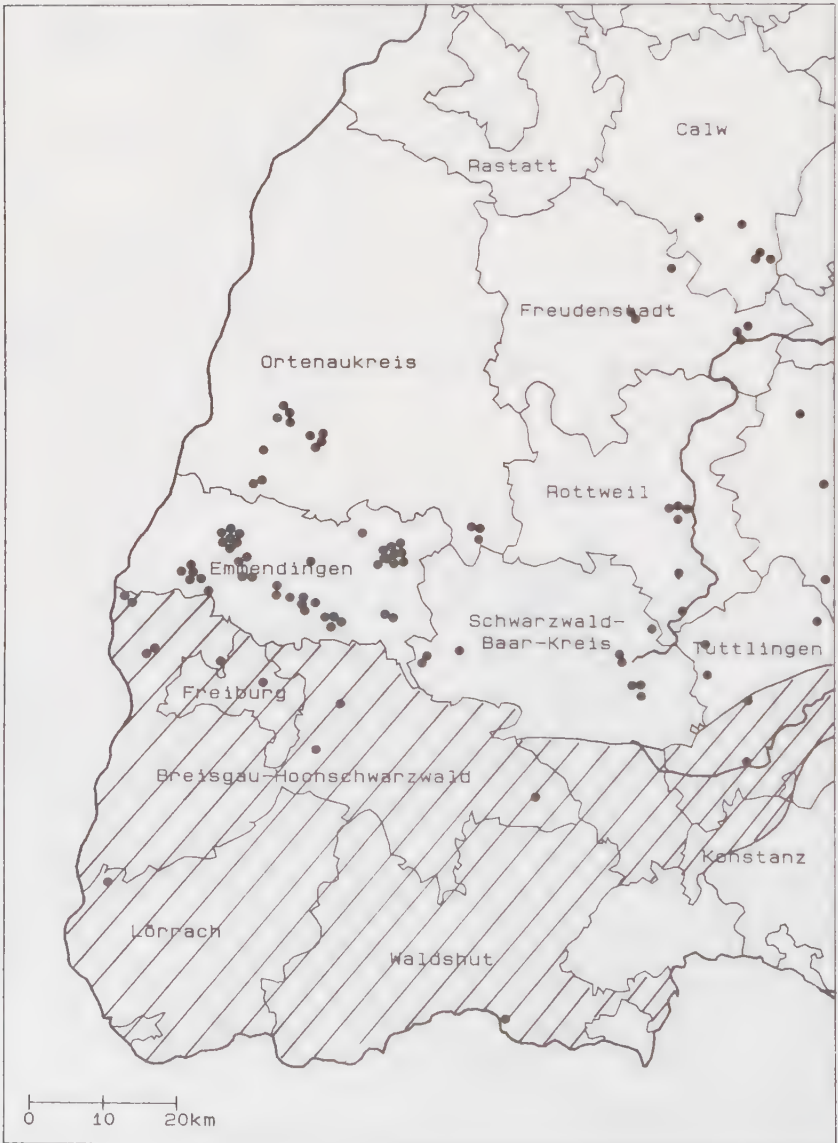


Abb. 33

Tollwutfälle Regierungsbezirk Freiburg im 4.Quartal 1986.

 Impfgebiet Herbst 1986.



3.2.2.2. Südost-Oberbayern

Unser ausgewähltes Untersuchungsgebiet umfaßt folgende Kreise:

Altötting	(Fläche: 568 km ²)
Mühldorf a. Inn	(Fläche: 806 km ²)
Rosenheim	(Fläche: 1466 km ²)
Traunstein	(Fläche: 1538 km ²)
Miesbach	(Fläche: 863 km ²)

Die folgenden Tollwutseuchenkarten vom 1. Quartal 1980 bis 4. Quartal 1986 (Abb. 35 - Abb. 62) zeigen die epidemiologische Situation im Untersuchungsgebiet auf. Sie machen außerdem den Einfluß der oralen Immunisierung auf das Seuchengeschehen deutlich. In Tab. 2 sind die Tollwutzahlen pro Quartal für die Jahre 1980 bis 1986 für die oben genannten Kreise dokumentiert. In Abb. 34 sind diesen und den Nachbarkreisen die entsprechenden epidemiologischen Verlaufstypen zugeordnet.

Tollwutverlauf:

In den Jahren 1980 und 1981 sind die Landkreise Altötting und Mühldorf a. Inn stark tollwutverseucht, und zwar treten die Tollwutfälle überwiegend in den Gebieten südlich des Inns auf. In den Kreisen Rosenheim und

Traunstein finden wir bis zum 3. Quartal 1981 nur vereinzelt Tollwutfälle. Dann wird der Norden Traunsteins und Rosenheims in das Tollwutgeschehen miteinbezogen, ebenfalls die Gebiete, die unterhalb, d.h. südlich und östlich des Inns liegen (Abb. 41). Ab dem 4. Quartal 1981 ist eine Wanderungstendenz der Tollwut weiter nach Süden erkennbar. Die Tollwut bewegt sich im Kreis Rosenheim östlich entlang des Flußes. Diese Tendenz hält bis Ende 1983 an.

Die Tollwutsituation oberhalb, d.h. nördlich und westlich des Inns stellt sich in ähnlicher Weise dar. Das Seuchengeschehen scheint auch hier entlang des Flußes zu verlaufen, jedoch kann hier keine bevorzugte Wanderungsrichtung festgestellt werden.

Ab Frühjahr 1983 wird der größte Teil des Landkreises Altötting zum Impfgebiet, wobei der Inn als nördliche Begrenzung der Impfzone gewählt wurde (Abb. 47). In den ersten drei Quartalen des Jahres 1983 wird daraufhin überhaupt kein Tollwutfall aus dem Landkreis Altötting gemeldet (Tab. 2). Ende 1983 treten wieder erste Tollwutfälle im Landkreis Altötting auf, die aber alle nördlich des Inns liegen, also außerhalb des Impfgebietes (Abb. 50). Dieser Tollwutherd vergrößert sich ex-

plosionsartig im 1. Quartal 1984 (Abb. 51), weshalb im Frühjahr 1984 auch der nördliche Teil Altöttings zur Impfzone deklariert wird. Seit Beginn des Jahres 1985 ist der Landkreis Altötting tollwutfrei geblieben.

Ein Teil des Landkreises Mühldorf a. Inn, der westlich an Altötting angrenzt, wird im 3. Quartal 1983 zur Impfzone hinzugenommen (Abb. 49), was ab Mitte 1984 bis Ende 1985 zur Tollwutfreiheit in diesem Landkreis führt. Im 1. Quartal 1986 (Abb. 59) kommt es vom Norden her zu einer Reinfizierung des Landkreises Mühldorf. Man kann schön verfolgen, wie erste Tollwutfälle im Landkreis Dingolfing-Landau (Abb. 54) nach Süden weiterwandern und im 4. Quartal 1985 (Abb. 58) den Landkreis Rottal-Inn erreichen. Von hier aus wird dann im 1. Quartal 1986 Mühldorf wieder in das Tollwutgeschehen miteinbezogen. Daraufhin wird im Landkreis Mühldorf a. Inn erneut erfolgreich geimpft.

Dieses Beispiel zeigt, daß es zu einer Reinfizierung eines zu klein gewählten Impfgebietes kommen kann, wenn außerhalb der Impfzone Tollwutherde zurückbleiben. Selbst von Gebieten, die nur sporadisches Vorkommen der Tollwut aufweisen, wie das bei den Landkreisen Dingolfing-Landau und Rottal-Inn der Fall ist, kann die Gefahr

einer Reinfizierung ausgehen. Normalerweise erlischt in solchen Gebieten die Tollwut von selbst.

Weitere Impfkationen in den Landkreisen Rosenheim und Traunstein werden erfolgreich durchgeführt. Der Landkreis Miesbach, der zum Tollwuttyp 4 gerechnet wird, also ein ständig starkes Vorkommen der Tollwut aufweist, wird im Herbst 1984 (Abb. 53) bei einem zahlenmäßigen Höchststand in der Tollwutstatistik (Tab. 2) in die Impfzone miteinbezogen. 1985 gingen hier die Tollwutfälle schon deutlich zurück, und seit mehr als einem Jahr ist der Kreis nun tollwutfrei.

Tab. 2 Tollwutzahlen pro Quartal für die Jahre 1980 bis 1986

		Alt- ötting	Mühl- dorf a. Inn	Rosen- heim	Traun- stein	Mies- bach
1980	1	0	19	7	1	7
	2	4	7	1	1	1
	3	9	20	7	2	3
	4	21	17	8	3	2
1981	1	11	11	11	5	0
	2	7	8	9	4	1
	3	5	16	12	18	2
	4	19	5	21	34	4
1982	1	8	12	15	14	5
	2	1	5	14	7	14
	3	1	3	30	4	11
	4	0	5	26	8	1
1983	1	0 J*	11	41	7	3
	2	0	2	24	7	6
	3	0 J*	5 J*	25	5	6
	4	4	8	24	8	7
1984	1	22 J*	13 J*	13	6	13
	2	5	1	7	0	20
	3	3 J*	0	3 J	1 J*	24 J*
	4	2	1	5	1	22
1985	1	0	0	2	0	10 J
	2	0	0	0	0	4
	3	0	0	0	0	3 J*
	4	0	0	1	2	0
1986	1	0 J*	4 J*	0 J*	0 J*	0 J
	2	0	3	0	1	0
	3	0 J*	0 J*	0	3	0
	4	0	0	0	8	0

J = ganzer Kreis Impfgebiet

J* = nur ein Teil des Kreises Impfgebiet

Abb. 34 Epidemiologische Verlaufstypen der Tollwut im Untersuchungsgebiet und den angrenzenden Kreisen

- 1 Sporadisches Vorkommen
- 2 Ständig schwaches Vorkommen
- 3 Intermittierendes Vorkommen
- 4 Ständig starkes Vorkommen

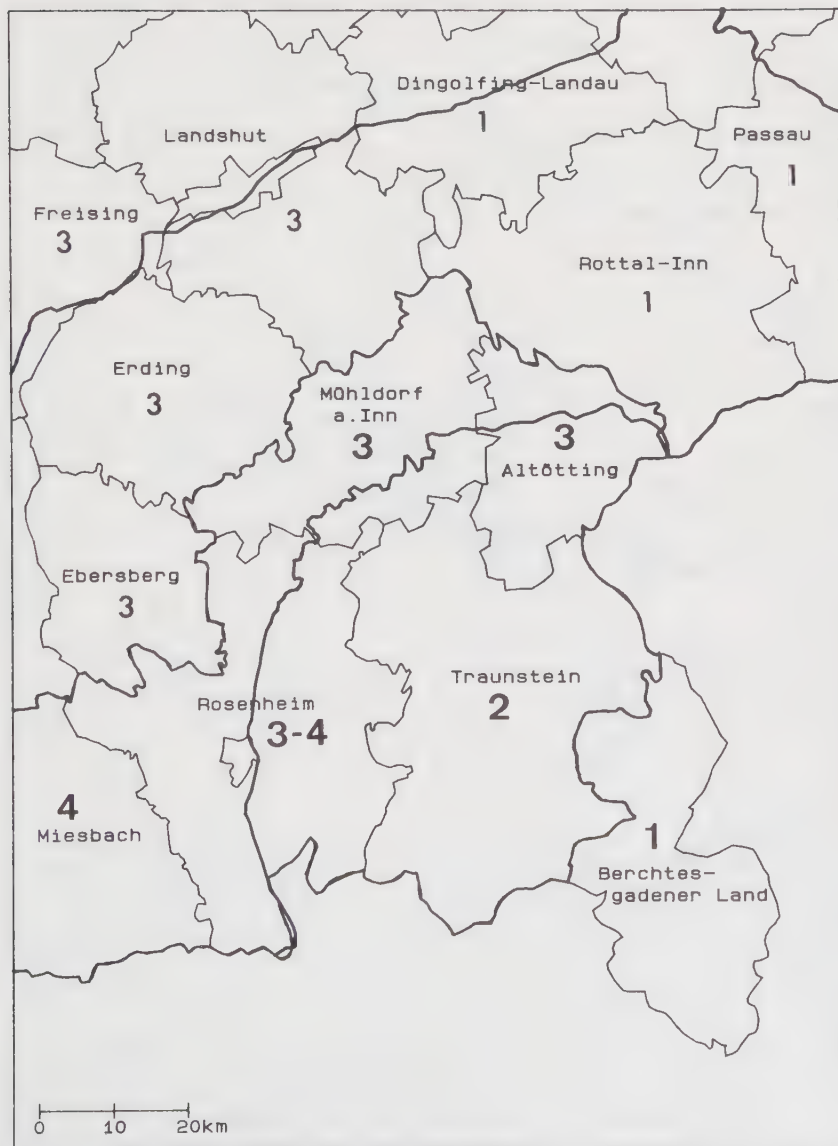


Abb. 35

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 1.Quartal 1980.

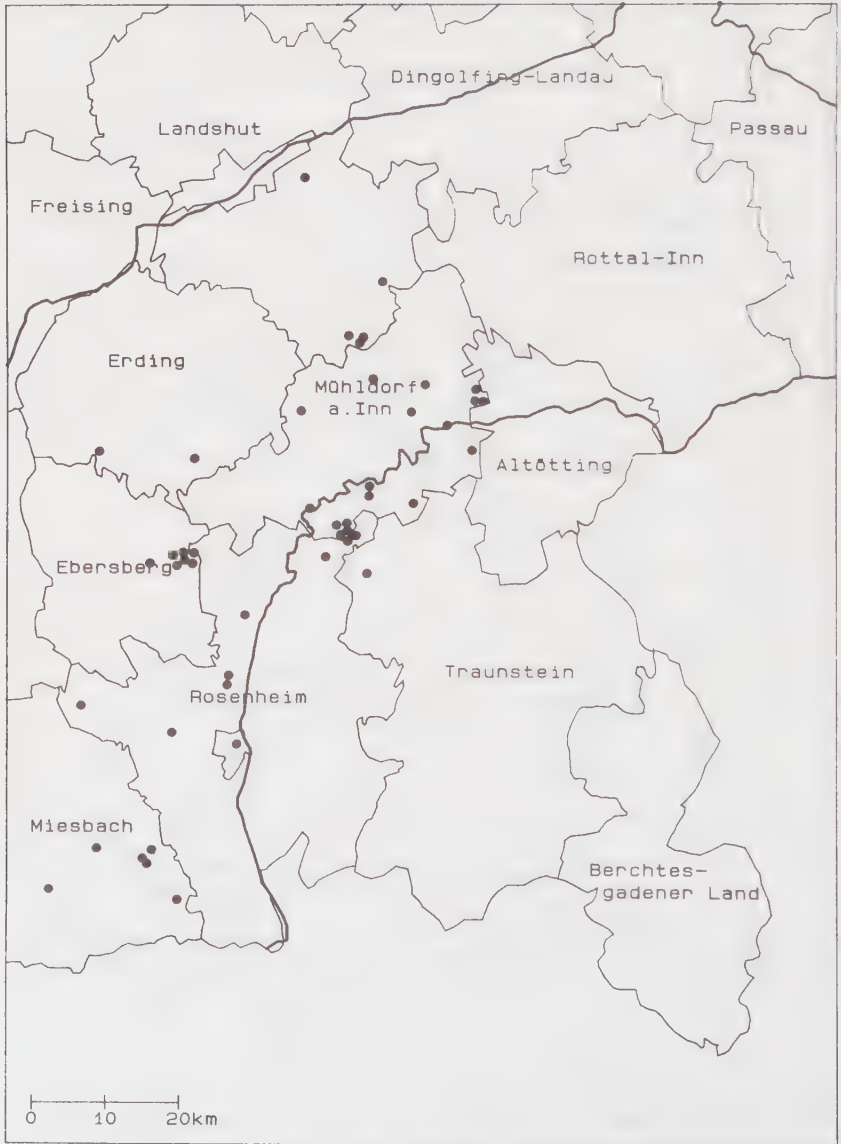


Abb. 36

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 2.Quartal 1980.



Abb. 37

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 3.Quartal 1980.

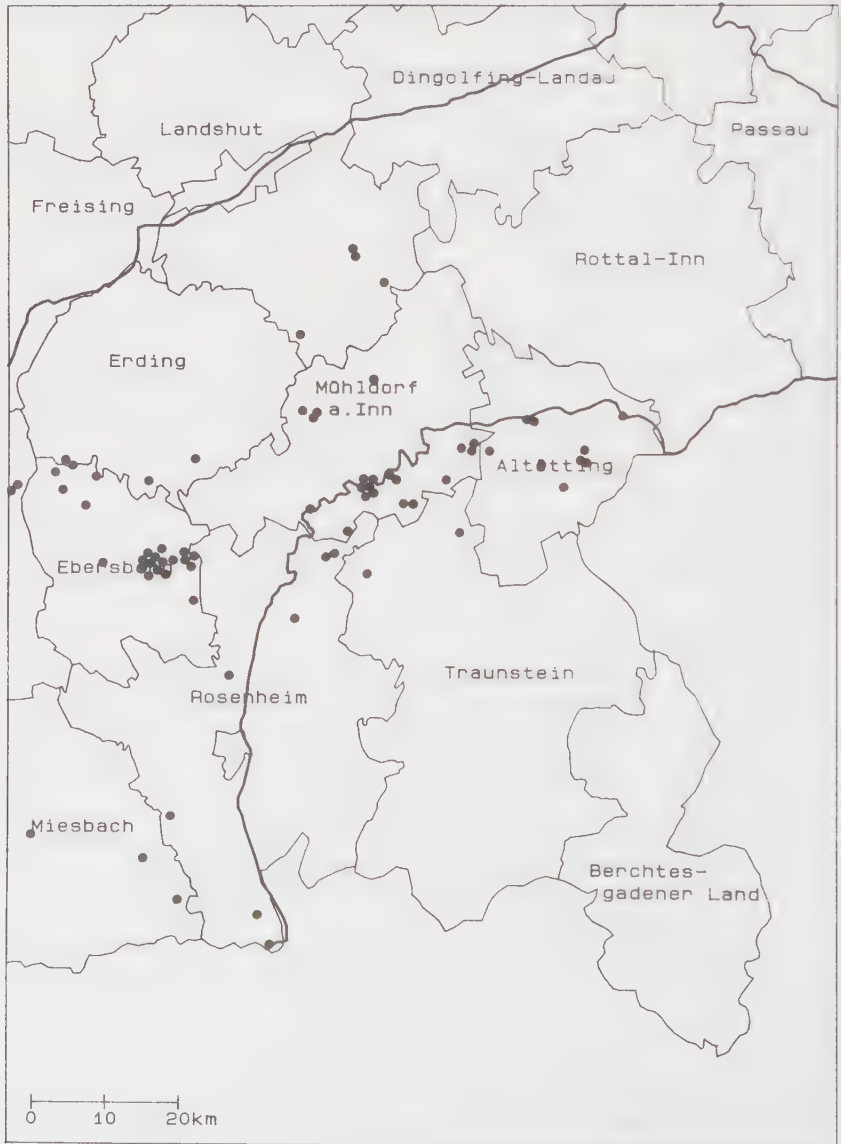


Abb. 38

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 4.Quartal 1980.

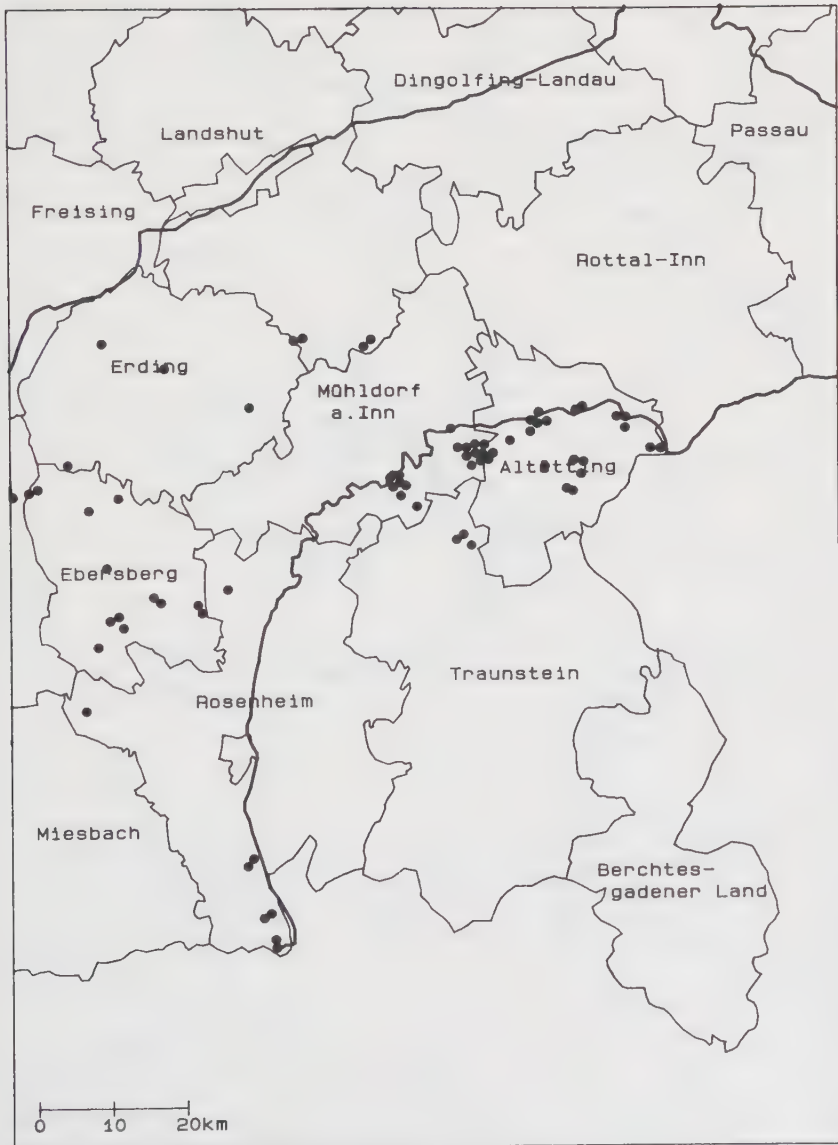


Abb. 39

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 1.Quartal 1981.

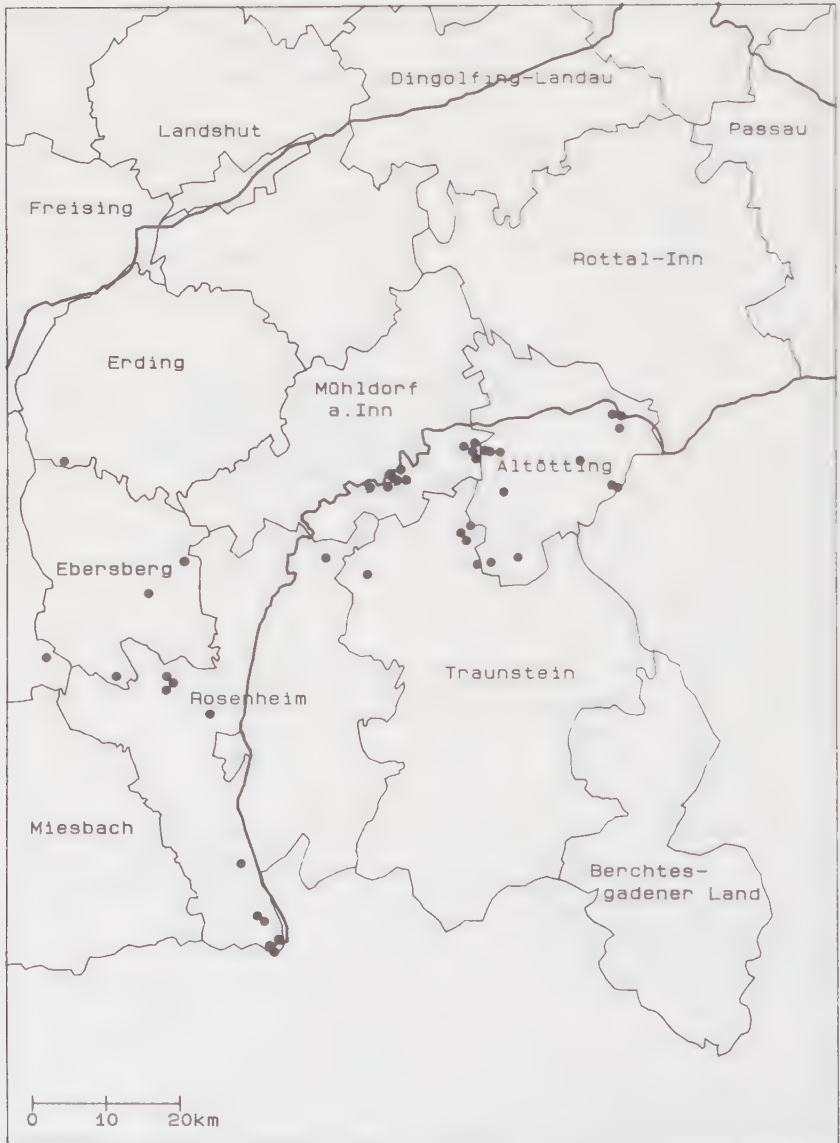


Abb. 40

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 2.Quartal 1981.

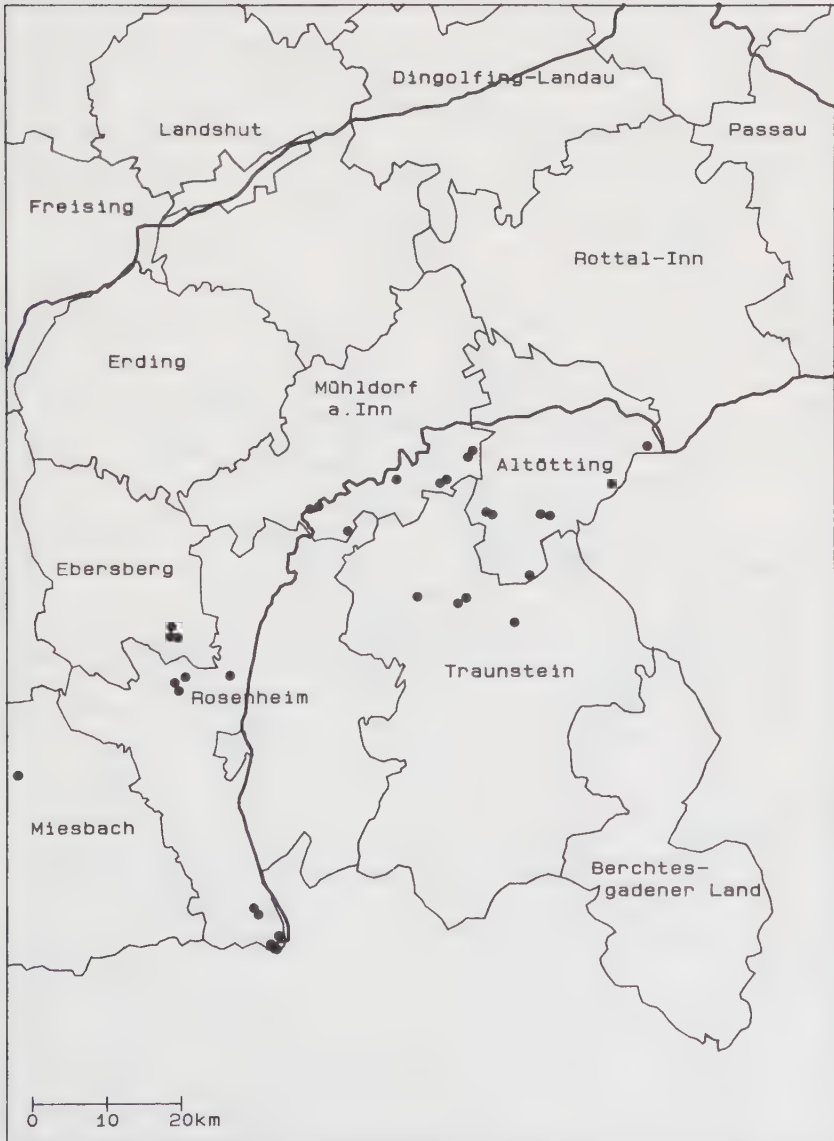


Abb. 41

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 3.Quartal 1981.

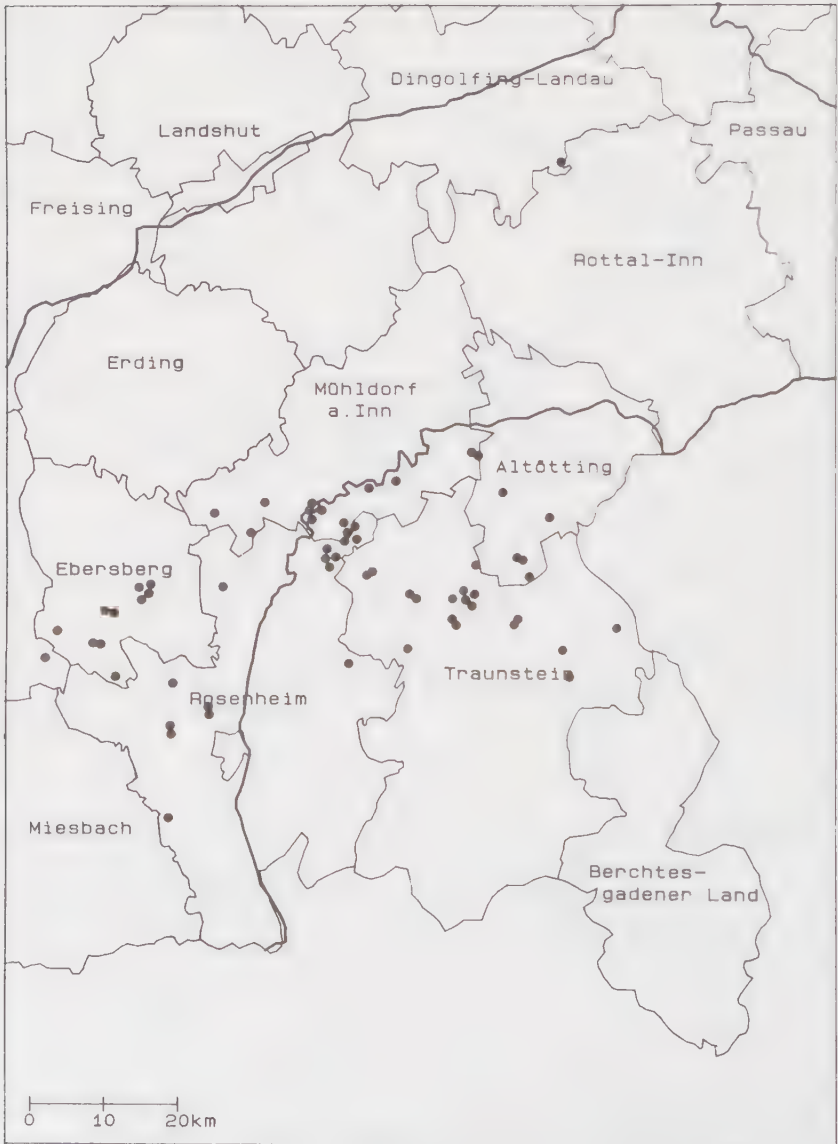


Abb. 42

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 4.Quartal 1981.



Abb. 43

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 1. Quartal 1982.

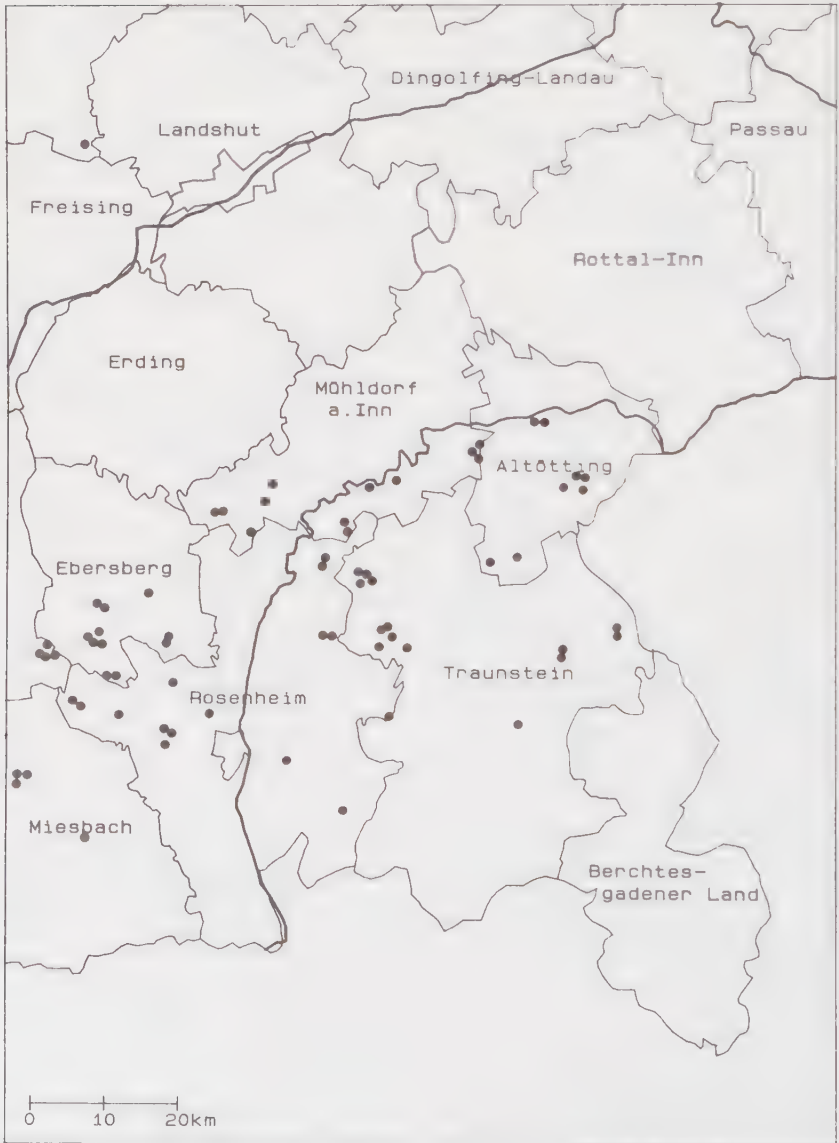


Abb. 44

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 2.Quartal 1982.



Abb. 45

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 3.Quartal 1982.

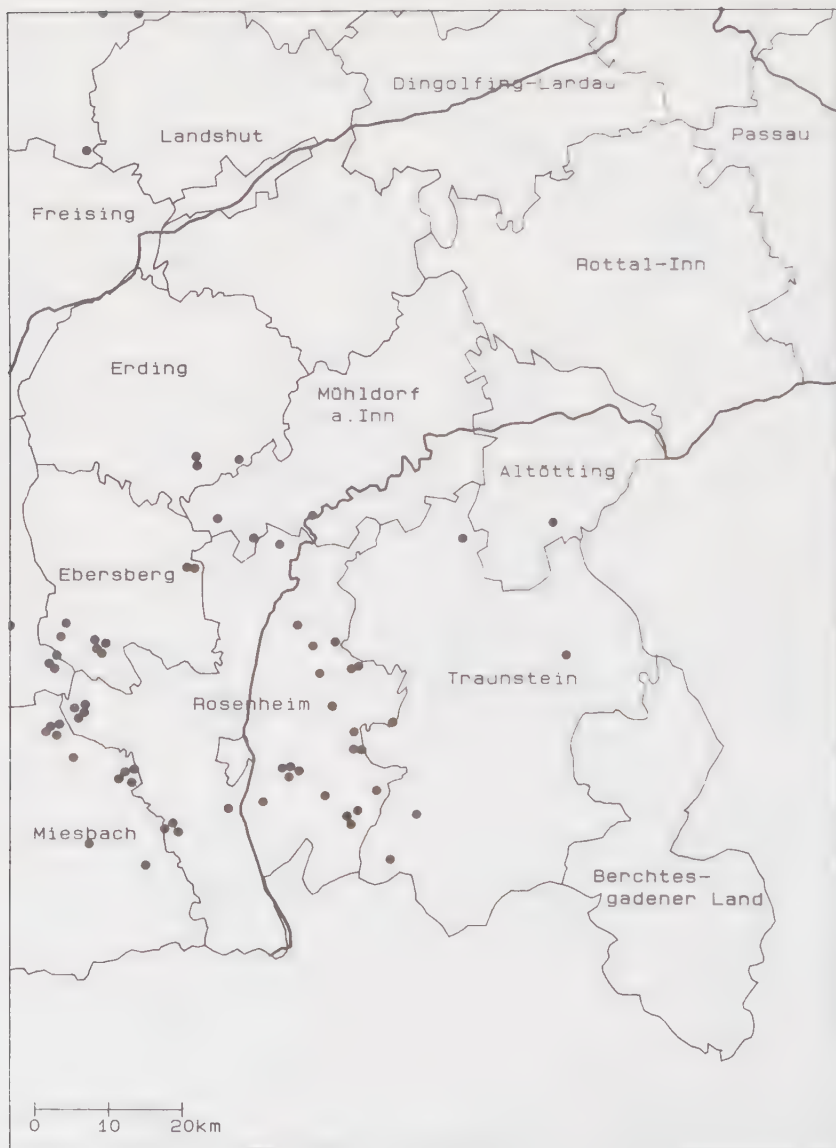


Abb. 46

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 4.Quartal 1982.

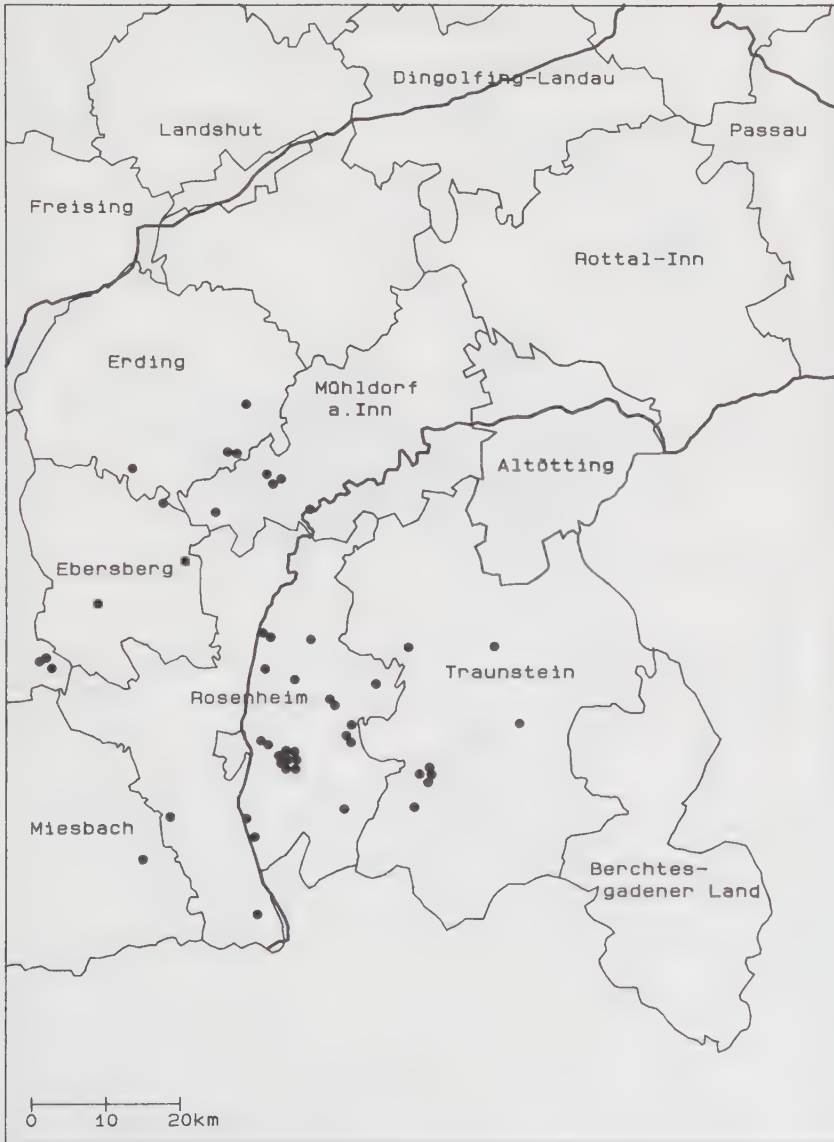


Abb. 47

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 1.Quartal 1983.

 Impfgebiet Frühjahr 1983.

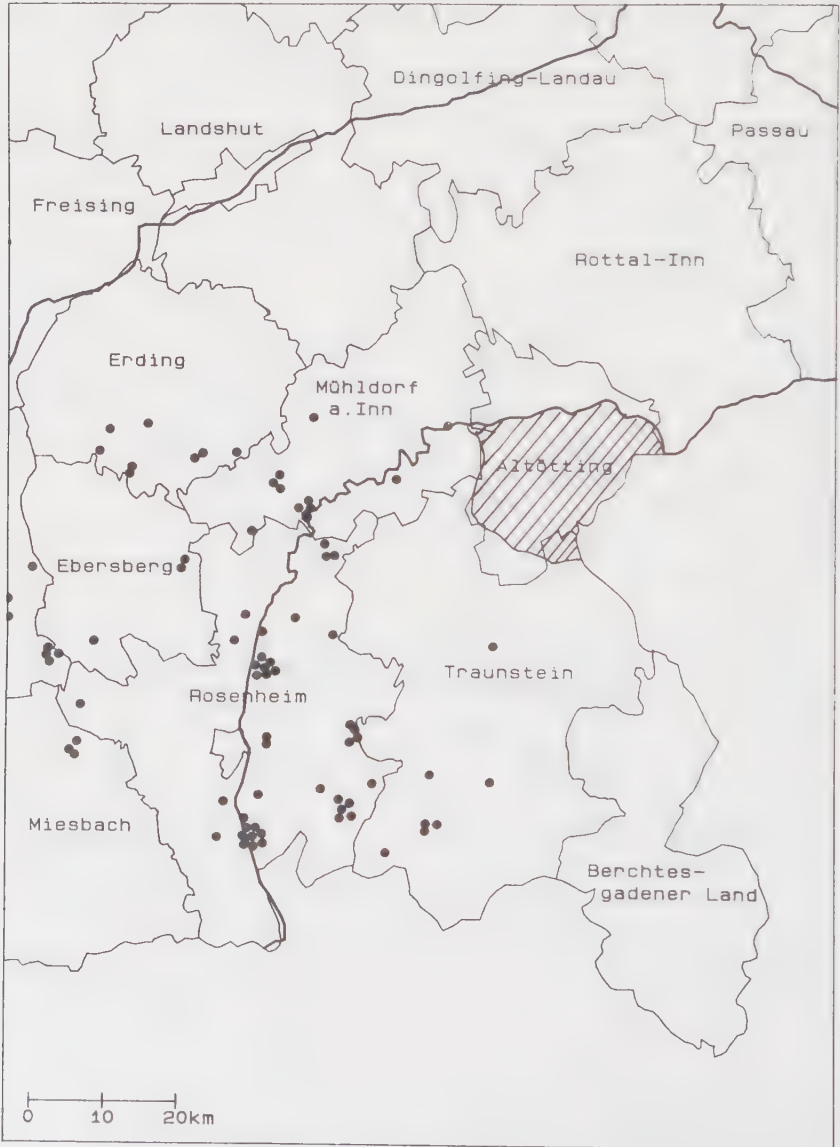


Abb. 48

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 2.Quartal 1983.

 Impfgebiet Frühjahr 1983.

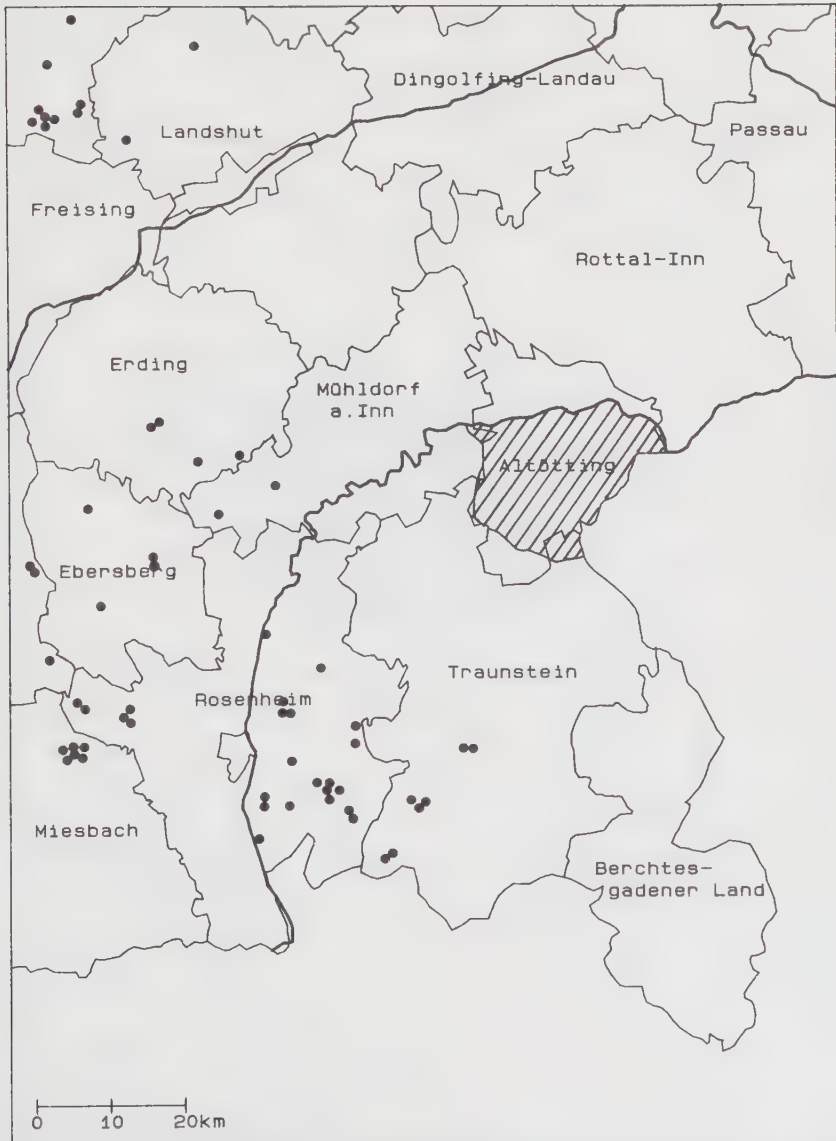


Abb. 49

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 3.Quartal 1983.

 Impfgebiet Herbst 1983.

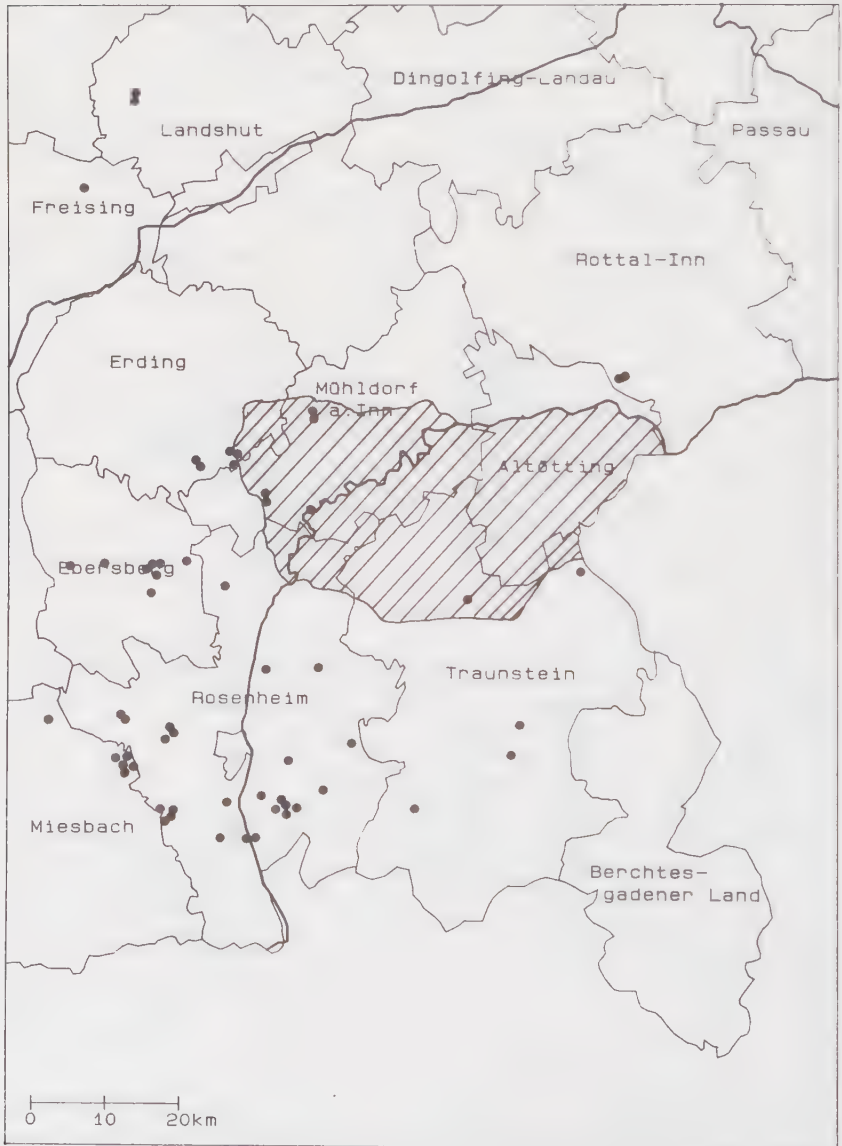


Abb. 50

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 4.Quartal 1983.

 Impfgebiet Herbst 1983.

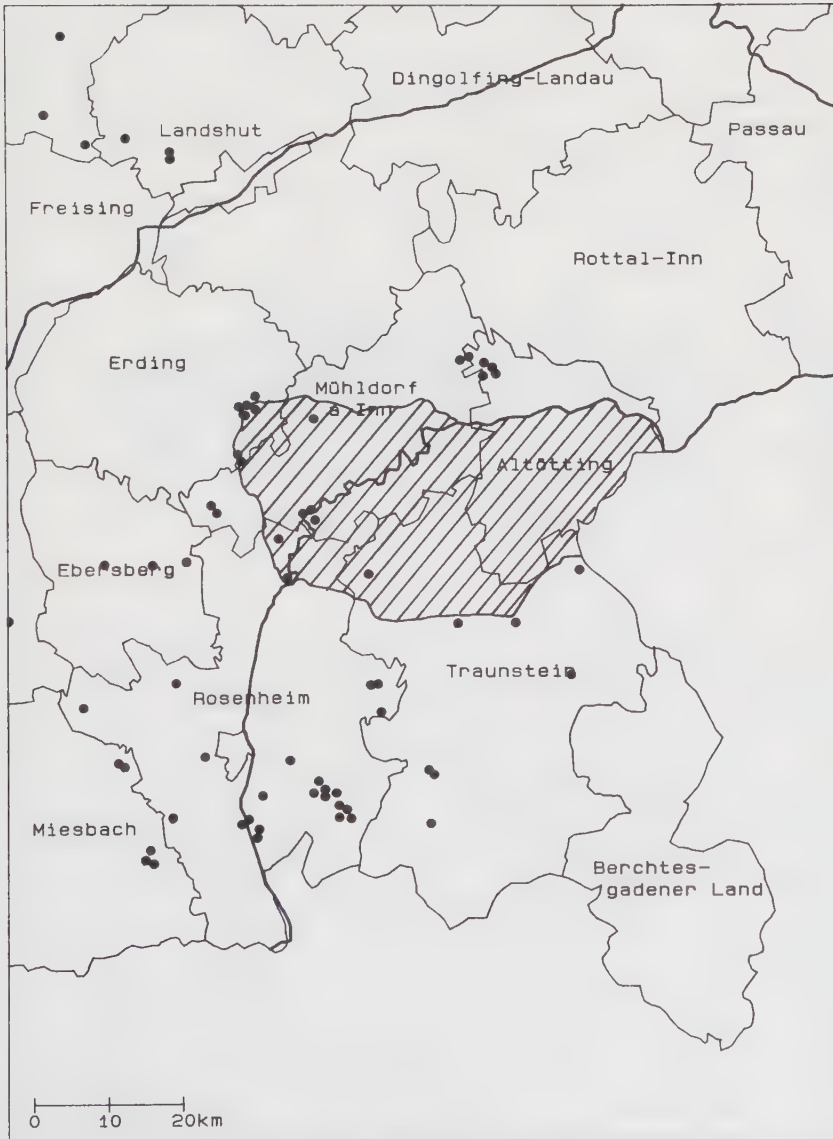


Abb. 51

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 1.Quartal 1984.

 Impfgebiet Frühjahr 1984.

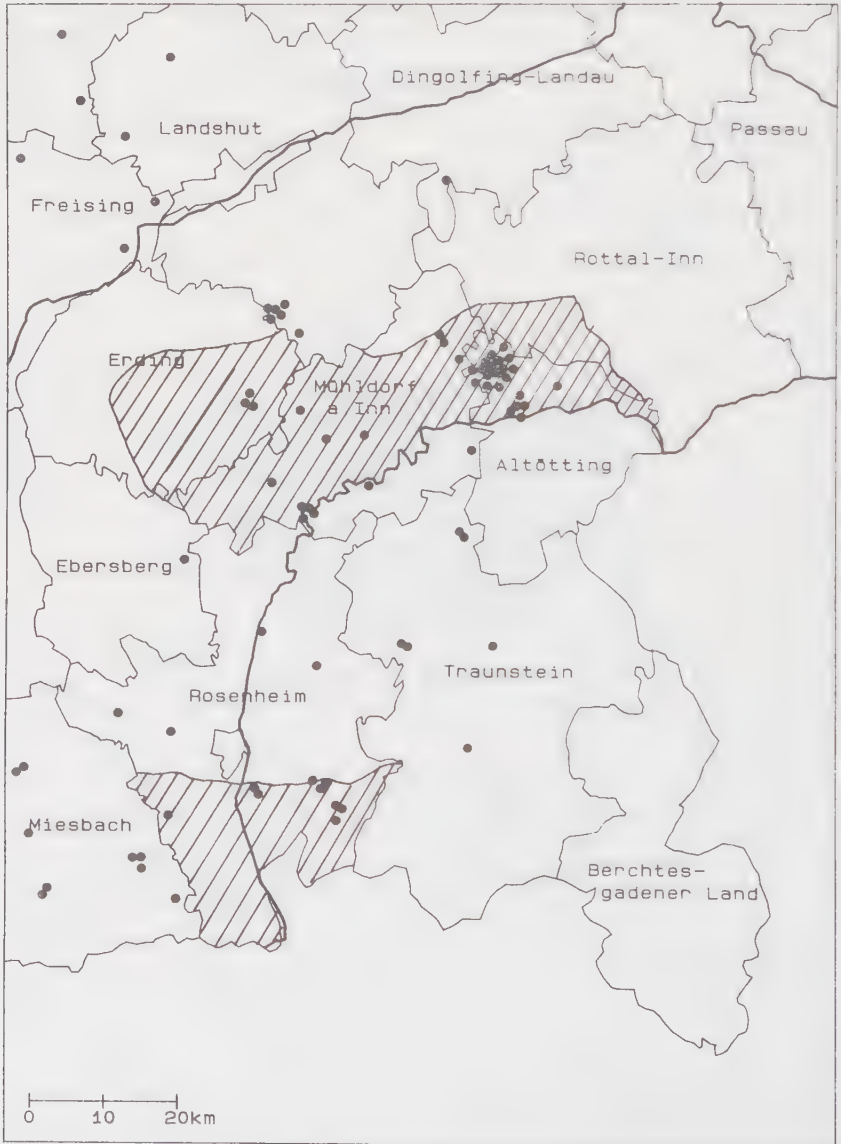


Abb. 52

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 2.Quartal 1984.

 Impfgebiet Frühjahr 1984.



Abb. 53

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 3.Quartal 1984.

 Impfgebiet Herbst 1984.



Abb. 54

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 4.Quartal 1984.

 Impfgebiet Herbst 1984.



Abb. 55

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 1.Quartal 1985.

 Impfgebiet Frühjahr 1985.



Abb. 56

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 2.Quartal 1985.

 Impfgebiet Frühjahr 1985.



Abb. 57

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 3.Quartal 1985.

 Impfgebiet Herbst 1985.



Abb. 58

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 4.Quartal 1985.

 Impfgebiet Herbst 1985.



Abb. 59

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 1.Quartal 1986.

 Impfgebiet Frühjahr 1986.



Abb. 60

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 2.Quartal 1986.

 Impfgebiet Frühjahr 1986.



Abb. 61

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 3.Quartal 1986.

 Impfgebiet Herbst 1986.

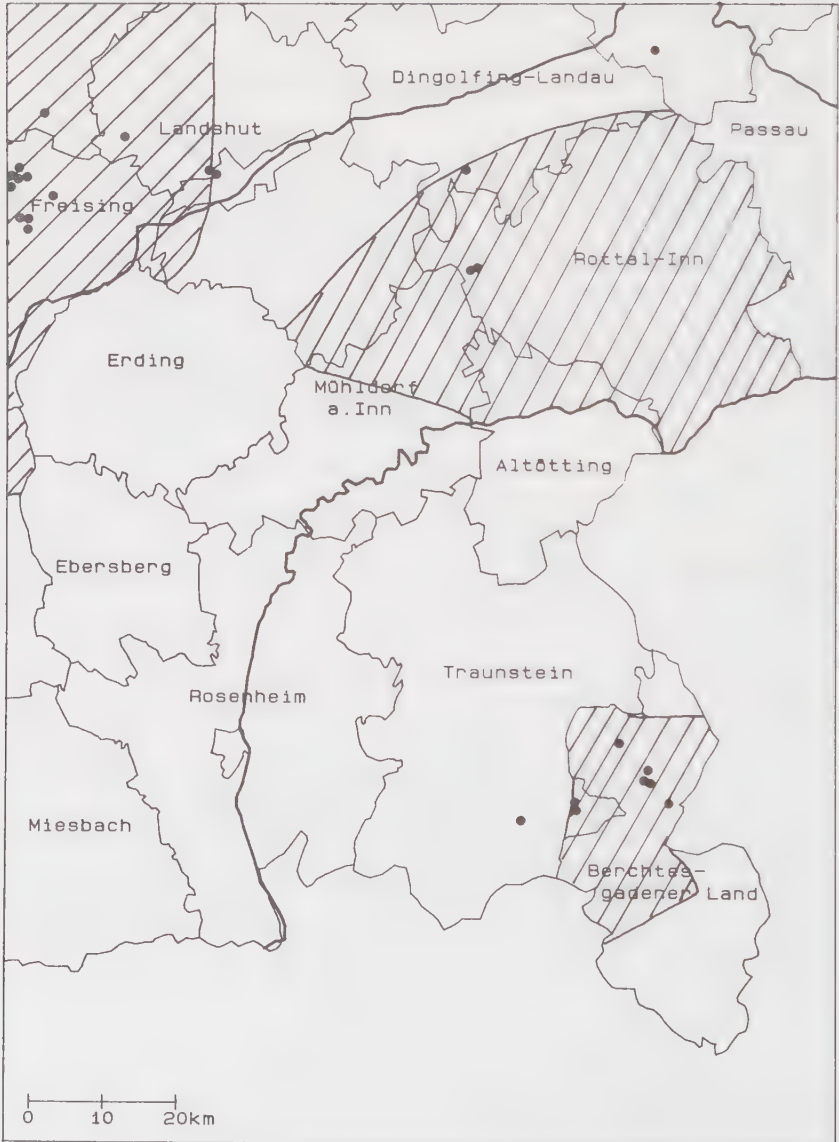


Abb. 62

Tollwutfälle Südost-Oberbayern im 4.Quartal 1986.

 Impfgebiet Herbst 1986.



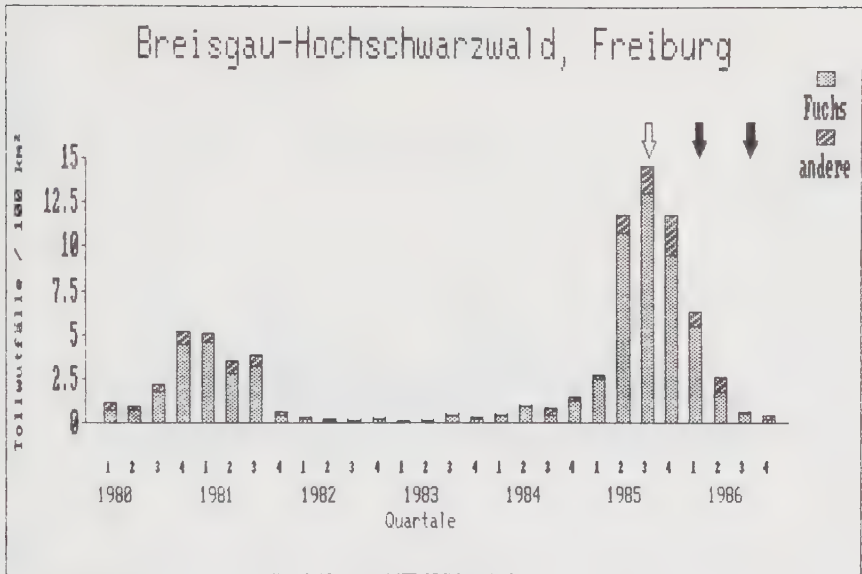
3.2.3. Ergebnisse der Analyse der Balkengraphiken der Kreise in den Untersuchungsgebieten im Regierungsbezirk Freiburg und in Südost-Oberbayern

Bei allen angefertigten Balkengraphiken (Abb. 63 bis Abb. 71) kann gleichermaßen festgestellt werden, daß der Fuchs den größten Anteil der Tollwutfälle stellt, und daß eine Zu- bzw. Abnahme der Fuchstollwut eine entsprechende Zu- bzw. Abnahme der Seuche bei anderen Wildtieren und bei den Haustieren zur Folge hat. Im Regierungsbezirk Freiburg stellt der Fuchs 80,4% aller registrierten Tollwutfälle und im Regierungsbezirk Oberbayern 78,4%. Auf die Haustiere entfallen im Regierungsbezirk Freiburg 7,5% und im Regierungsbezirk Oberbayern 12,8%.

Der Verlauf der Balkengraphiken verdeutlicht nochmals auf einen Blick die Ergebnisse, die wir uns anhand der Tollwutseuchenkarten erarbeitet haben.

Die Abb. 63 - 66 zeigen den Tollwutverlauf in den ausgewählten Kreisen im Regierungsbezirk Freiburg auf. Der Zeitpunkt der oralen Immunisierung wurde mit Pfeilen markiert. Die Abb. 67 - 71 zeigen die Tollwutsituation für die Kreise in Südost-Oberbayern auf.

Abb. 63



➡ ganzer Kreis Impfgebiet

⬅ nur ein Teil des Kreises Impfgebiet

Abb. 64

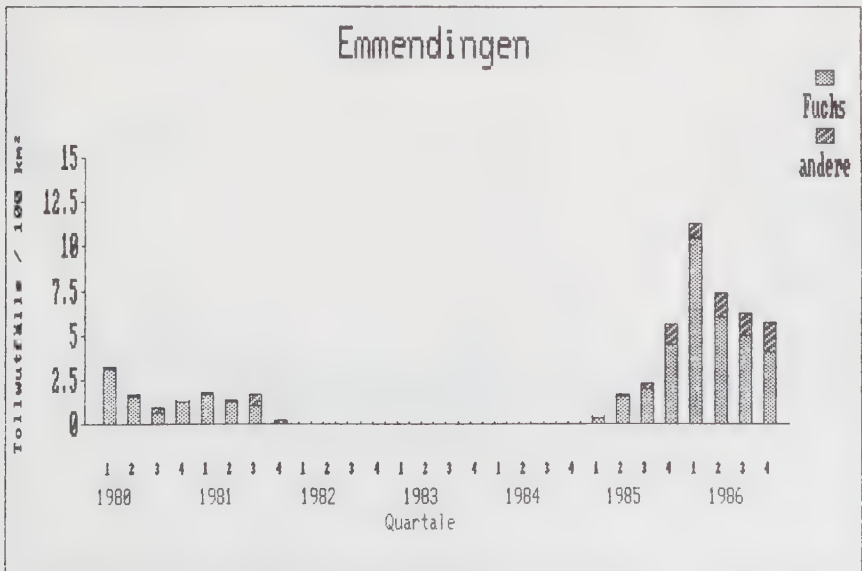
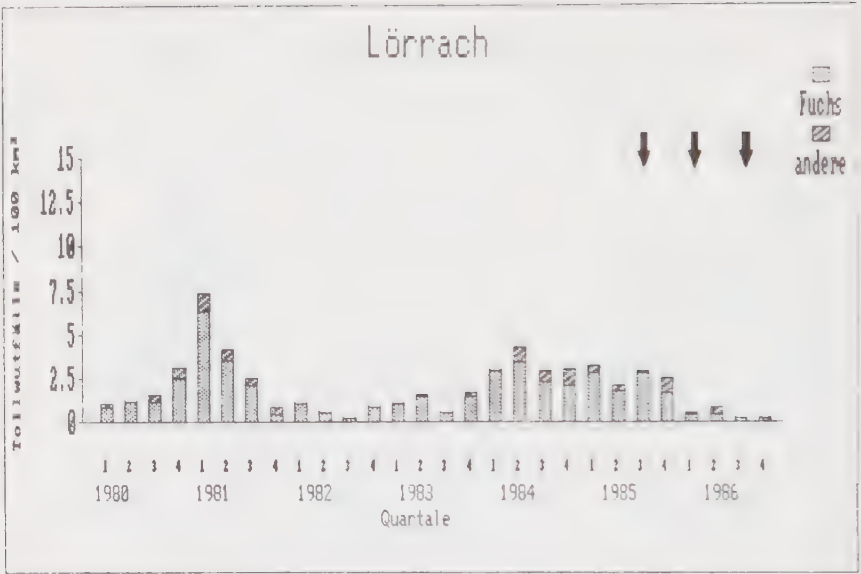


Abb. 65



↓ ganzer Kreis Impfgebiet

Abb. 66

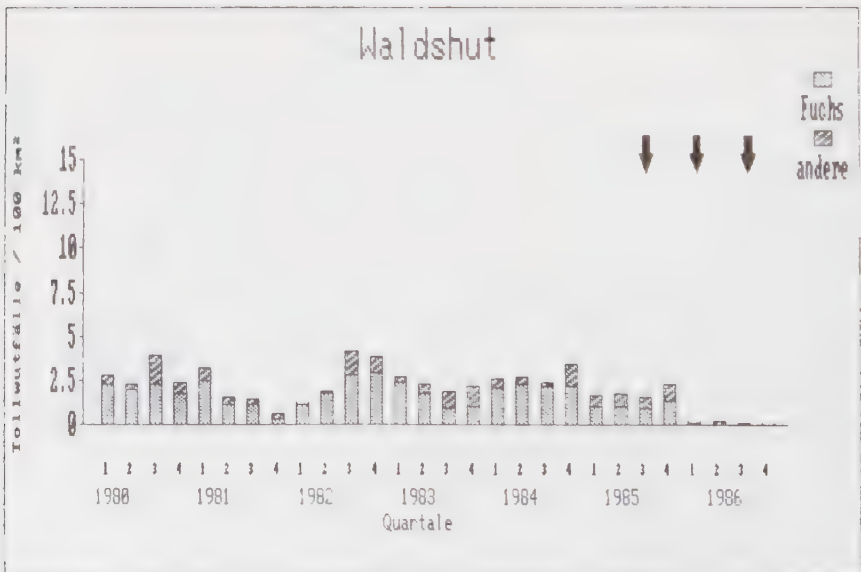
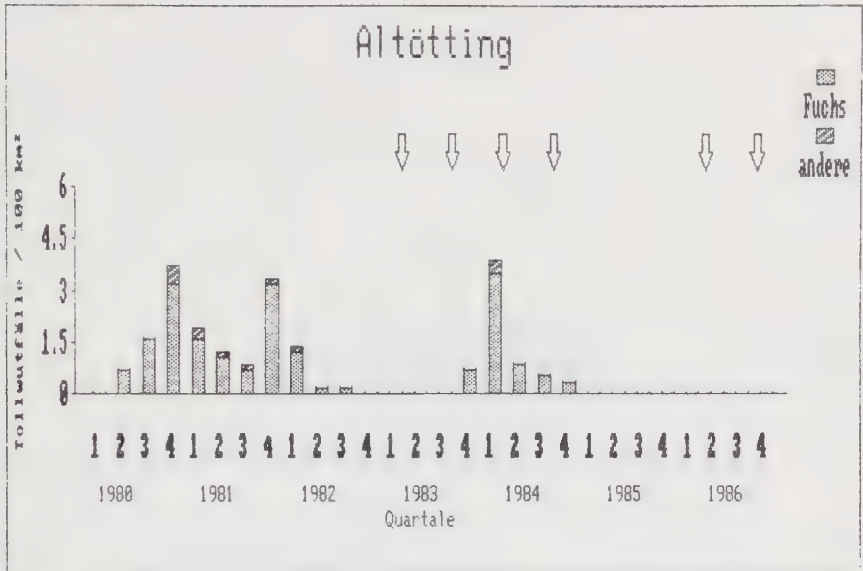


Abb. 67



↓ nur ein Teil des Kreises Impfgebiet

Abb. 68

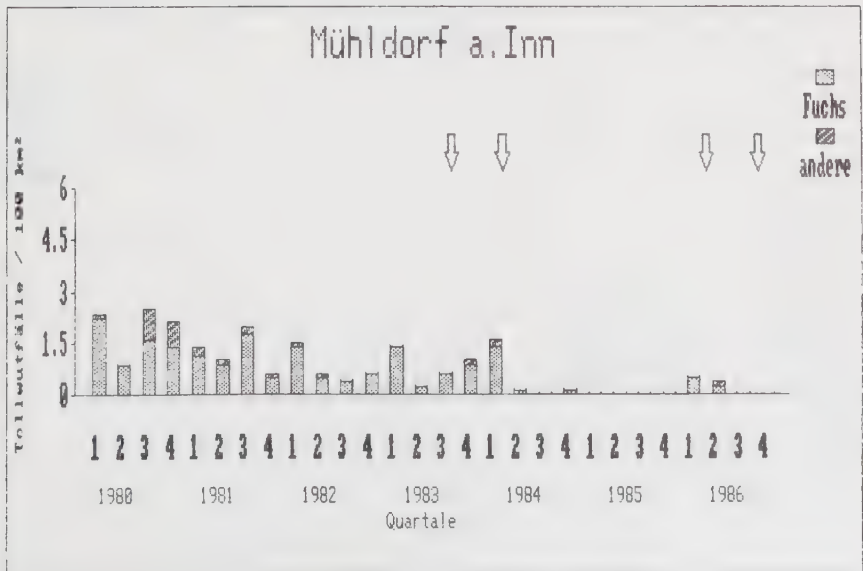
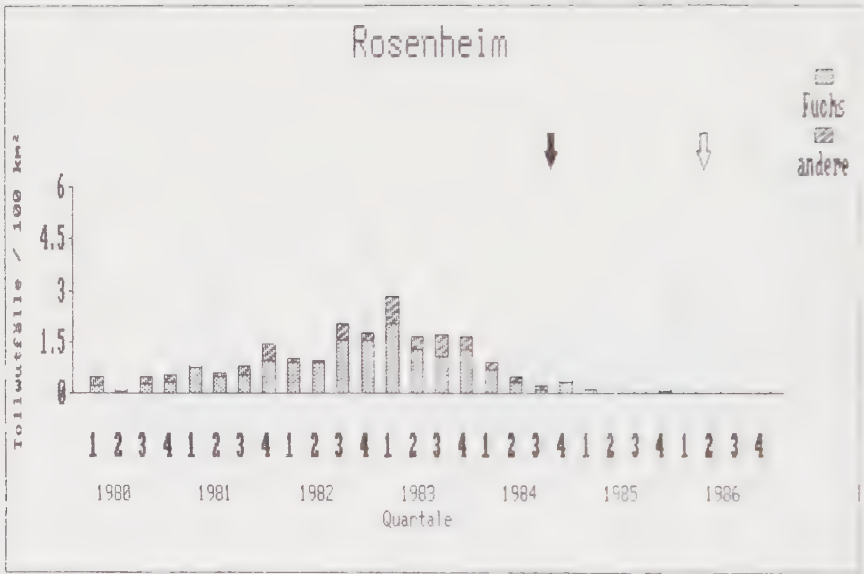


Abb. 69



➡ ganzer Kreis Impfgebiet

⬅ nur ein Teil des Kreises Impfgebiet

Abb. 70

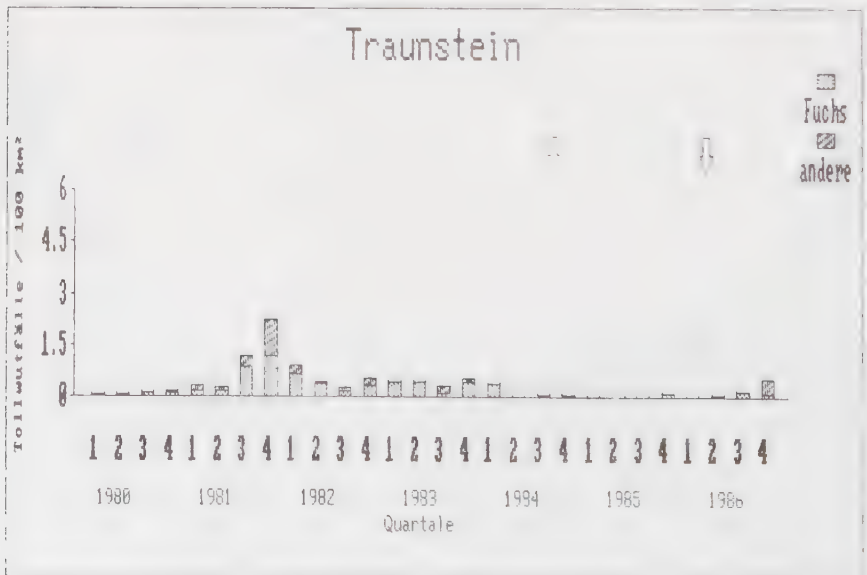
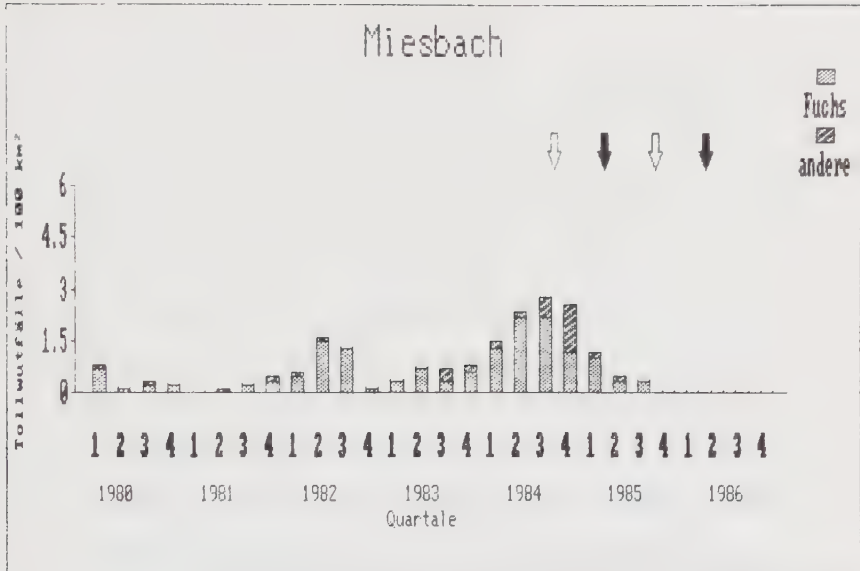


Abb. 71



- ☐ nur ein Teil des Kreises Impfgebiet
- ganzer Kreis Impfgebiet

3.3. Diskussion

3.3.1. Videotechnik

Wie wir zeigen konnten, ist es mit Hilfe der Videotechnik möglich, einen Seuchenablauf als Bewegung darzustellen. Diese Technik verlangt jedoch einen hohen Grad an Perfektion, was das Ausgangsmaterial und die technische Ausstattung anbelangt.

Bei der Anfertigung der Tollwutseuchenkarten ist es wichtig, daß die Tollwutfälle eines Fundortes auf jeder Karte exakt an der gleichen Stelle eingezeichnet werden. Ist das nicht der Fall, entstehen bei der Dia- bzw. Videowiedergabe Bewegungen im Seuchengeschehen, die in Wirklichkeit nicht da sind. So wird ein falsches Bild vermittelt. Die Tollwutseuchenkarten müssen von einem guten Drucker erstellt werden. Ein manuelles Einzeichnen der Punkte würde das Ergebnis in Frage stellen.

An die Aufnahmetechnik sind ebenso hohe Anforderungen zu stellen. Aus technischen Gründen schien es besser, zuerst von jeder Tollwutseuchenkarte ein Dia anzufertigen. Für die Projektion auf eine Großleinwand waren dann sechs Projektionsgeräte notwendig, um die Inter-

valle zwischen den einzelnen Dias so klein zu halten, daß ein Bewegungsablauf entstand. Bei der herkömmlichen Projektion mit nur einem Gerät ist es für unser Auge nicht möglich, die Punkte in Bewegung zu sehen. Bei der Mehrfachprojektion sind die Bildfolge und die Bildfrequenz rechnergesteuert. Die Justierung der Geräte muß exakt sein, damit auch hier Artefakte im Bewegungsablauf ausgeschlossen werden können. Die Qualität der Diaprojektion ist sehr viel besser als die des Videofilmes. Außerdem eignet sich die Diaprojektion zur Vorführung vor größerem Publikum. Die schnelle Wiederholungsmöglichkeit, die leichtere Handhabung und die individuelle Erfassung des Seuchenverlaufes im kleineren Kreis sind demgegenüber die Vorteile des Videofilmes.

Die vorstehend aufgeführten Ergebnisse, die wir mittels der Videotechnik erhielten, zeigen, daß in einigen Gebieten gewisse Tendenzen im Wanderungsverhalten der Tollwut festzustellen sind.

Die grundlegende Bewegungsrichtung der Tollwut scheint immer noch von Osten nach Westen zu verlaufen, wie das im ersten Seuchenzug, der im Jahre 1939 von Polen ausging, auch der Fall war. Im momentanen Seuchengeschehen

ist im Gegensatz zur ersten Seuchenwelle, die in breiter Front vorrückte, festzustellen, daß viele kleinere Seuchenzüge existieren, wie das MOEGLE und KNORPP (1977) schon beschrieben. Diese kleineren Seuchenzüge halten sich an eigene Bewegungsmuster. Sehr häufig kann aber auch überhaupt keine Gesetzmäßigkeit im Seuchenverlauf festgestellt werden; die Tollwut scheint nur hin- und herzuspringen.

Weiterhin hat die Videoaufzeichnung auch deutlich gemacht, daß Flüsse eine natürliche Barriere für die Tollwutausbreitung darstellen. Es konnte gezeigt werden, daß die Donau, der Main und der Inn nicht so einfach von der Tollwut überwunden werden können. Meist spielte sich in den Gebieten links und rechts dieser Flüsse ein voneinander unabhängiges Seuchengeschehen ab.

Es wäre noch interessant gewesen, die Grenzen der Impfgebiete auf Video zu haben und ihren Einfluß auf das Seuchengeschehen zu verfolgen. Das war aber leider nicht möglich, da diese Grenzen noch nicht im Computer gespeichert waren und ein manuelles Einzeichnen aus bereits genannten Gründen nicht in Frage kam.

3.3.2. Tollwutseuchenkarten für die Untersuchungsgebiete im Regierungsbezirk Freiburg und in Südost-Oberbayern und Einflüsse der oralen Immunisierung auf das Tollwutseuchengeschehen

Diese Gebiete im Regierungsbezirk Freiburg und in Südost-Oberbayern waren schon beim Anschauen des Videofilmes durch ihre eigenständigen Seuchenbewegungen und ihre massive Tollwutverseuchung aufgefallen.

Die Analyse der Tollwutseuchenkarten bestätigte die Ergebnisse der Videoaufnahme.

In beeindruckender Weise konnte an diesen Beispielen auch die Effektivität der oralen Immunisierung demonstriert werden. Beide Gebiete waren bis zum Beginn der Impfkationen stark tollwutverseucht (nach JACKSON und SCHNEIDER, 1984: epidemiologischer Verlaufstyp 3 bis 4). Schon in den ersten Monaten nach der Impfung wurden aus den Gebieten, die an der Impfkation teilgenommen hatten, viel weniger Tollwutfälle gemeldet als in den Quartalen zuvor. Die Gebiete in Südost-Oberbayern, die seit 1983 Köderauslegeaktionen durchgeführt haben, sind seit Mitte 1984 tollwutfrei geblieben.

Obwohl mathematische Modelle davon ausgingen, daß bei hoher Fuchsdichte ca. 80 - 100% der Fuchspopulation immun sein müssen (ANDERSON et al., 1981, BERGER, 1976) um die Tollwut zum Erlöschen zu bringen, hat die Praxis gezeigt, daß ein niedrigerer Anteil ausreichend ist.

STECK et al. (1982) berichteten von sehr guten Erfolgen aus der Schweiz, wo weniger als 50% der Füchse immunisiert werden konnten, wo aber die Fuchsdichte sicherlich sehr viel niedriger ist als in vielen Gebieten des Flach- oder Hügellandes. In Deutschland konnte nach den ersten Impfkationen, bei denen noch der Hühnerkopfköder zum Einsatz kam, ein deutlicher Rückgang in der Tollwutfrequenz verzeichnet werden, obwohl nur 58% der Füchse ausreichend gegen das Tollwutvirus geschützt waren (SCHNEIDER et al., 1986). Mit dem sog. Tübinger Köder können fast 75% der Füchse erreicht und immunisiert werden, was in einigen Gebieten schon zum vollständigen Erlöschen der Tollwut geführt hat.

3.3.3. Balkengraphiken

Will man die Balkengraphik zur Beurteilung des Einflusses der oralen Immunisierung auf das Tollwutseuchengeschehen heranziehen, kann da ein falscher Eindruck entstehen, wo nur ein Teil eines Kreises Impfgebiet war. Als Beispiel möchte ich hier den Landkreis Altötting anführen. Ab Frühjahr 1983 nahm der größte Teil des Kreises an der Impfkation teil, und zwar das Kreisgebiet, das südlich vom Inn gelegen ist. Aus der Balkengraphik (Abb. 67) geht hervor, daß im 2. Quartal 1984 ein gewaltiger Anstieg der Tollwutfrequenz erfolgte. Dieses Ergebnis allein müßte die orale Immunisierung in Frage stellen. Ein Blick auf die Tollwutseuchenkarte zeigt hingegen, daß die Fundorte dieser Tollwutfälle alle nördlich des Inns lagen, also außerhalb des Impfgebietes.

Ähnlich verhält es sich mit dem Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald. Im südlichen Teil dieses Kreises wurden im Herbst 1985 erstmals Köder ausgelegt, und dennoch verzeichnet die Balkengraphik in den beiden folgenden Quartalen hohe Tollwutdichten (Abb. 63). Auch hier lagen die Tollwutfälle fast alle außerhalb des Impfgebietes vom Herbst 1985.

In solchen Fällen kann die Tollwutseuchenlage nicht allein aufgrund einer Balkengraphik beurteilt werden.

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

In Hinblick auf den Einsatz der oralen Immunisierung als Tollwutbekämpfungsmaßnahme ist es von entscheidender Bedeutung, die epidemiologische Situation eines Gebietes zu analysieren. Genaue Kenntnis über die Tollwutseuchenlage ermöglicht es, epidemiologisch unbedeutende Gebiete von der Impfkation auszuklammern und in solchen Gebieten, wo mit massiven Neuausbrüchen zu rechnen ist, zu impfen.

Es hat sich einerseits gezeigt, daß in Gebieten mit einem epidemiologischen Verlaufstyp von 1 bzw. 1-2 (= sporadisches bis ständig schwaches Vorkommen) die Tollwut zwar immer wieder aufflackert, aber schon nach kurzer Zeit wieder von selbst verschwindet (s. Beispiel Passau). Aus diesem Grund ist es nicht erforderlich, solche Gebiete in die Impfkation miteinzubeziehen.

Grenzen solche Regionen jedoch an Impfgebiete an, so konnte man feststellen, daß es in diesen nicht geimpften Randgebieten zu einer Massierung von Tollwutfällen kommen kann (s. Beispiel Berchtesgadener Land, Seuchentyp 1). In diesen Fällen ist es sinnvoll, die Impfkation großflächiger anzulegen und solche Regionen

trotz geringem Verseuchungsgrad von Anfang an in die Impfkation einzubeziehen.

Die Darstellung der Seuchenbewegung kann prognostisch genutzt werden. In einem Gebiet, auf das sich die Seuchenwelle zubewegt, können vorher schon Köderauslegaktionen durchgeführt werden, um so einen zu erwartenden Tollwutausbruch zu vermeiden. Falls möglich sollte mit der Impfung in einem tollwutfreien Intervall begonnen werden (SCHNEIDER, 1983).

Die Videoaufnahmen haben die Barrierefunktion von Flüssen deutlich gemacht. Es ist zweckmäßig, solche natürliche oder auch künstliche Barrieren als Begrenzung der Impfzone zu wählen, um so das Wiedereinwandern der Tollwut von außen so gut als möglich zu verhindern.

Nach Fertigstellung des Videofilmes war klar, daß Bewegungsabläufe sichtbar gemacht werden können. Zur Einschätzung der aktuellen epidemiologischen Lage genügen jedoch Tollwutseuchenkarten, die pro Monat oder pro Quartal angefertigt werden.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe der Videotechnik wurde versucht, die Ausbreitungswege der Tollwut in Baden-Württemberg und Bayern zwischen 1980 und 1986 darzustellen. Anhand von Tollwutseuchenkarten und Balkengraphiken konnte weiterhin der Einfluß der oralen Immunisierung auf das Seuchengeschehen in Untersuchungsgebieten im Regierungsbezirk Freiburg und in Südost-Oberbayern aufgezeigt werden.

1. Der Seuchenverlauf konnte als Bewegung sichtbar gemacht werden.
2. Die grundlegende Bewegungsrichtung der Tollwut verlief 1980-1986 von Osten nach Westen.
3. Kleinere Seuchenzüge halten sich an eigene Bewegungsmuster. Häufig ist überhaupt keine Gesetzmäßigkeit im Seuchenverlauf festzustellen.
4. Größere Flüsse stellen eine natürliche Barriere für die Tollwutausbreitung dar.
5. Durch die orale Immunisierung der Füchse wurde eine deutliche Verringerung der Tollwutdichte erreicht.
6. Die Tollwutfrequenz ging schon kurze Zeit nach der Auslegeaktion deutlich zurück.
7. Die Impfkationen im Regierungsbezirk Freiburg und in Südost-Oberbayern haben nach zweimaliger Wiederholung tollwutfreie Gebeite geschaffen.

6. SUMMARY

Demonstration of Rabies Movements in Baden-Württemberg and Bayern by Videofilm and Graphics.

A Contribution to the Epidemiology and Control of Rabies.

Through the use of video techniques it was attempted to demonstrate the spread of rabies in Baden-Württemberg and Bayern between 1980 and 1986. Furthermore, using rabies epidemic maps and bar diagrams, the influence of the oral immunization of foxes against rabies on the epidemic situation in the Regierungsbezirk Freiburg and in southeast Oberbayern were analysed.

1. The course of the epidemic could be visually shown as movement.
2. The basic direction of rabies spread between 1980 and 1986 was from east to west.
3. Smaller epidemic waves have their own patterns of movement. It was often impossible to determine any regularity in the course of such epidemics.
4. Large rivers represent a natural barrier for the spread of rabies.
5. A definite reduction in the density of rabies cases was observed following the oral immunization of foxes.

6. The frequency of rabies cases distinctly declined within a few months following vaccine-bait outlay.
7. The vaccination campaigns in the Regierungsbezirk Freiburg and in southeast Oberbayern have resulted in rabies-free areas.

7. LITERATURVERZEICHNIS

1. ANDERSON, R.M. (1986):
Vaccination of wildlife reservoirs
Nature 322, 304-305
2. ANDERSON, R.M., H.C. JACKSON, R.M. MAY, A.M. SMITH
(1981):
Population dynamics of fox rabies in Europe
Nature 289, 765-771
3. BAER, G.M. (1975):
The Natural History of Rabies II, Academic
Press, New York
4. BAER, G.M., M.K. ABELSETH, J.G. DEBBIE (1971):
Oral vaccination of foxes against rabies
Am. J. Epidemiol. 93, 487-490
5. BERGER, J. (1976):
Model of Rabies Control
In: Mathematical models in medicine, Lecture
Notes in Biomathematics 11, 74-88,
S. Levin (Ed.)
6. BLACK, J.G., K.F. LAWSON (1970):
Sylvatic rabies studies in the silver fox
(*Vulpes vulpes*). Susceptibility and immune
response
Can. J. Comp. Med. 34, 309-311
7. BLANCOU, J., M.P. KIENY, R. LATHE, J.P. LECOCQ,
P.P. PASTORET, J.P. SOULEBOT, P. DESMETTRE
(1986):
Oral Vaccination of the fox against rabies
using a live recombinant vaccinia virus
Nature 322, 373-375
8. BÖGEL, K., A.A. ARATA, H. MOEGLE, F. KNORPP (1974):
Recovery of Reduced Fox Populations in Ra-
bies Control
Zbl. Vet. Med. Reihe B 21, 401-412

9. BÖGEL, K., H. MOEGLE, F. KNORPP, A. ARATA, K. DIETZ,
P. DIETHELM (1976):
Characteristics of the spread of a wildlife
rabies epidemic in Europe
Bull. W.H.O. 54, 433-447
10. BÖGEL, K., E. SCHAAL, H. MOEGLE (1977):
The Significance of Martens as Transmitters
of Wildlife Rabies in Europe
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A 238, 184-190
11. BURROWS, R., K. MATZEN (1972):
Der Fuchs, BLV Verlagsgesellschaft München
12. EIFE, K., H.-L. SCHLEGEL, D. STAHL (1977):
Untersuchungen über das Fangen von Jungföch-
sen am Bau zur Schutzimpfung gegen Tollwut
Blaue Hefte 57, 321-328
13. HÄFLINGER, U., P. BICHSEL, A. WANDELER, F. STECK (1982):
Zur oralen Immunisierung von Füchsen gegen
Tollwut: Stabilisierung und Köderapplikation
des Impfvirus
Zbl. Vet. Med. Reihe B 29, 604-618
14. IRMER, S., H.-L. SCHLEGEL (1981):
Impfung von Jungfüchsen - eine Alternative
zur Tollwutbekämpfung? Der Versuch einer
Kosten-Nutzen-Analyse
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 202-207
15. IRMER, S., H.-L. SCHLEGEL (1981):
Fuchspopulation und Fuchstollwut in Nieder-
sachsen unter Berücksichtigung der Land-
schaftsstruktur
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 359-362
16. JACKSON, H.C., L.G. SCHNEIDER (1984):
Rabies in the Federal Republic of Germany,
1950-81: the influence of landscape
Bull. W.H.O. 62(1), 99-106

17. JACKSON, H.C., L.G. SCHNEIDER, H. MOEGLE (1984):
Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland
1950-1981. Epidemiologische Verlaufstypen
und Landschaftsstrukturen
Tierärztl. Umsch. 39, 1000-1008
18. KAUER, E. (1966):
Die Tollwut in Mitteleuropa von 1953 bis 1966
Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie
der Wissenschaften. Springer-Verlag, Heidel-
berg
19. KAUER, E. (1975):
Vorkommen und Verbreitung der Tollwut in
Europa von 1966-1974
Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie
der Wissenschaften. Springer-Verlag, Heidel-
berg
20. KAUER, E., K. ZETTL (1963):
Zur Epidemiologie der sylvatischen Tollwut
in Mitteleuropa und zu den Möglichkeiten
ihrer Bekämpfung
Vet.-med. Nchr. 2/3, 181-203
21. KAUER, E., K. ZETTL (1969):
Die Tollwut in Mitteleuropa im Jahre 1968
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 82, 301-320
22. KERSTEN, W., E. ZINN (1971):
Die Bekämpfung der sylvatischen Tollwut durch
Kombination der Begasung von Fuchsbauen und
der Abschußförderung von Füchsen
Dtsch. tierärztl. Wschr. 78, 175-178
23. KIENY, M.P., R. LATHE, R. DRILLIEM, D. SPEHNER,
S. SKORY, D. SCHMITT, T. WIKTOR, H. KOPROWSKI,
J.P. LECOCQ (1984):
Expression of rabies virus glycoprotein from
a recombinant vaccinia virus
Nature 312, 163-166
24. KRAFT, H. (1975):
Maßnahmen zur Bekämpfung der Tiertollwut
Bundesgesundheitsbl. 18, 289-290

25. KUWERT, E. (1975):
Die Tollwutimpfung von Hunden und Katzen
Bundesgesundheitsbl. 18, 301-303
26. LLOYD, H.G., B. JENSEN, J.L. VAN HAAFTEN, F.J.J. NIEWOLD,
A. WANDELER, K. BÖGEL, A.A. ARATA (1976):
Annual turnover of Fox Populations in Europe
Zbl. Vet. Med. Reihe B 23, 580-589
27. MACDONALD, D.W. (1980):
Rabies and Wildlife. A biologist's perspective
Oxford University Press
28. MANZ, D. (1976):
Experimentelle und praktische Untersuchungen
zur Markierung des Rotfuchses (*Vulpes vulpes*)
als Vorbedingung zur Beantwortung der Frage
nach seiner Erreichbarkeit über Köder für
Staatliche Tierseuchenbekämpfungs-Maßnahmen
Habilitationsschrift, Giessen
29. MAYR, A., H. KRAFT, O. JAEGER, H. HAACKE (1972):
Orale Immunisierung von Füchsen gegen Toll-
wut
Zbl. Vet. Med. Reihe B 19, 615-625
30. MAYR, A., G. EISSNER, B. MAYR-BIBRACK (1984):
Handbuch der Schutzimpfungen in der Tierme-
dizin
Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg
31. MOEGLE, H., F. KNORPP, K. BÖGEL (1971):
Einfluß der Begasung der Fuchsbaue auf die
Fuchsdichte und die Wildtollwut in Baden-
Württemberg
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 84, 437-441
32. MOEGLE, H., F. KNORPP, K. BÖGEL, A. ARATA, K. DIETZ,
P. DIETHELM (1974):
Zur Epidemiologie der Wildtiertollwut. Un-
tersuchungen im südlichen Teil der Bundes-
republik Deutschland
Zbl. Vet. Med. Reihe B 21, 647-659

33. MOEGLE, H., F. KNORPP (1977):
Zur Bekämpfung der Tollwut beim Wild
Prakt. Tierarzt 58, 105-112
34. MOEGLE, H., F. KNORPP (1978):
Zur Epidemiologie der Wildtiertollwut
2. Mitteilung: Beobachtungen über den Dachs
Zbl. Vet. Med. Reihe B 25, 406-415
35. MOEGLE, H., B. STANG (1982):
Zur Epidemiologie der Wildtiertollwut
3. Mitteilung: Tollwut und Niederwildjagd
Tierärztl. Umsch. 37, 96-100
36. MOEGLE, H. (1986):
WHO Workshop on Oral Immunization of Wildlife against Rabies in Europe (INTORAL),
Tübingen, 9-10 October, 1986
37. PITZSCHKE, H. (1959):
Epizootologische Betrachtungen über den Verlauf der Tollwut 1945-1958 in Europa mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands
Arch. exp. Vet. Med. 13, 992-1017
38. ROJAHN, A., H. PITTLER (1983):
Die gegenwärtige Situation der Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland
Dtsch. tierärztl. Wschr. 90, 250-256
39. ROLLE, M., A. MAYR (1978):
Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
40. SCHMITTDIEL, D. (1986):
Orale Vakzination von Füchsen gegen Tollwut in freier Wildbahn - ein Feldversuch
Tierärztl. Prax. 14, 397-403
41. SCHNEIDER, L.G. (1975):
Zur Bedeutung der Tollwutimpfung von Hunden und Katzen für den Schutz des Menschen
Bundesgesundheitsbl. 18, 293-297

42. SCHNEIDER, L.G., S. MEYER (1981):
Antigenic Determinants of Rabies Virus as
Demonstrated by Monoclonal Antibody
In: The Replication of Negative Strans Viruses
David H.L. Bishop, Richard W. Compans (Ed.)
Elsevier North Holland
43. SCHNEIDER, L.G., J.H. COX (1983):
Ein Feldversuch zur oralen Immunisierung
von Füchsen gegen die Tollwut in der Bundes-
republik Deutschland. I. Unschädlichkeit,
Wirksamkeit und Stabilität der Vakzine SAD B19
Tierärztl. Umsch. 38, 315-324
44. SCHNEIDER, L.G., G. WACHENDÖRFER, E. SCHMITTDIEL,
J.H. COX (1983):
Ein Feldversuch zur oralen Immunisierung von
Füchsen gegen Tollwut in der Bundesrepublik
Deutschland. II. Planung, Durchführung und
Auswertung des Feldversuchs
Tierärztl. Umsch. 38, 476-480
45. SCHNEIDER, L.G., J.H. COX, W.W. MÜLLER (1985):
Field trials of oral immunization of wild-
life animals against rabies in the Federal
Republic of Germany: A Mid course assessment
Rev. Ecol. (Terre Vie) 40, 265-266
46. SCHNEIDER, L.G. (1985):
Oral Immunization of wildlife against rabies
Ann. Inst. Pasteur/Virol. 136E, 469-473
47. SCHNEIDER, L.G., B.J.H. BARNARD, H.P. SCHNEIDER (1985):
Application of Monoclonal Antibodies for Epi-
demiological Investigations and Oral Vacci-
nation Studies. I. African Viruses
In: Rabies in the Tropics, E. Kuwert, C. Mé-
rieux, H. Koprowski, K. Bögel (Ed.)
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
48. SCHNEIDER, L.G. (1986):
WHO Workshop on Oral Immunization of Wild-
life against Rabies in Europe (INTORAL)
Tübingen, 9-10 October, 1986

49. SCHNEIDER, L.G., J.H. COX, W.W. MÜLLER (1986):
Schluckimpfung bei Füchsen. Ein Feldversuch
zur Tollwutbekämpfung
Forschungsreport Ernährung, Landwirtschaft,
Forsten. Informationen aus den Bundesfor-
schungsanstalten 1/1986
50. SCHNEIDER, L.G., J.H. COX, W.W. MÜLLER, K.-P. HOHNSBEEN
(1987):
Der Feldversuch zur oralen Immunisierung von
Füchsen gegen die Tollwut in der Bundesre-
publik Deutschland - Eine Zwischenbilanz
Tierärztl. Umsch. 42, 184-198
51. SCHOOP, U. (1979):
Das Vorkommen der Tollwut außerhalb der Bun-
desrepublik Deutschland
Tierärztl. Umsch. 34, 112-120
52. SCHRÖDER, J. (1969):
Die Tollwut
Dtsch. tierärztl. Wschr. 76, 354
53. SODJA, I., D. LIM, O. MATOUCH (1971):
Isolation of rabies virus from small wild
rodents
J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. a. Immunol. 15,
271-277
54. STECK, F. (1975):
Epidemiologische Beziehungen zwischen der
Wildtier- und Haustiertollwut in Mitteleuro-
pa und deren Konsequenzen für die Bekämpfung
Bundesgesundheitsbl. 18, 305-309
55. STECK, F., A. WANDELER (1980):
The Epidemiology of Fox Rabies in Europe
Epidem. Rev. 2, 71-96
56. STECK, F., A. WANDELER, B. NYDEGGER, C. MANIGLEY,
M. WEISS (1980):
Die Tollwut in der Schweiz 1967-1978
Schweiz. Arch. Tierheilk. 122, 605-636

57. STECK, F., A. WANDELER, P. BICHSEL, S. CAPT,
L.G. SCHNEIDER (1982):
Oral vaccination of foxes against rabies.
A Field Study
Zbl. Vet. Med. Reihe B 29, 372-396
58. STOCKER, CH. (1979):
Die orale Immunisierung von Füchsen gegen
Tollwut: Immunisierungsversuche an Füchsen
und Unschädlichkeitsprüfung an Wildmäusen
Diss. Vet. Med., Bern
59. STREIFF, M.D. (1829):
Über das Erscheinen kranker Füchse im Canton
Clarus und die durch den Biss solcher Tiere
verursachte Wutkrankheit
Arch. Tierheilk. 4, 140-149
60. TOMA, B., L. ANDRAL (1977):
Epidemiology of Fox Rabies
Advances in Virus Research 21, Academic Press
New York
61. WACHENDÖRFER, G. (1974):
Grundsätzliches zur Epidemiologie und Bekämp-
fung der silvatischen Tollwut in der BRD
Prakt. Tierarzt 12, 685-690
62. WACHENDÖRFER, G. (1975):
Grundsätzliches zur Epidemiologie und Bekämp-
fung der silvatischen Tollwut in der Bundes-
republik Deutschland
Bundesgesundheitsbl. 18, 285-289
63. WACHENDÖRFER, G. (1977):
Die gegenwärtige Situation und Bedeutung der
Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland
Dtsch. tierärztl. Wschr. 84, 413-452
64. WACHENDÖRFER, G., J.W. FROST (1980):
Epizootiology and Control of Rabies in Central
Europe
In: Biogeographica 18: The Red Fox, E. Zimen
(Ed.) Dr. W. Junk bv Publishers, The Hague

65. WACHENDÖRFER, G., J.W. FROST, B. GUTMANN, J. HOFMANN,
L.G. SCHNEIDER, U. ESKENS, W. DINGELDEIN
(1986):
Erfahrungen mit der oralen Immunisierung von
Füchsen gegen Tollwut in Hessen
Tierärztl. Prax. 14, 185-196
66. WANDELER, A., G. WACHENDÖRFER, U. FÖRSTER, H. KREKEL,
J. MÜLLER, F. STECK (1974a):
Rabies in Wild Carnivores in Central Europe.
I. Epidemiological Studies
Zbl. Vet. Med. Reihe B 21, 735-756
67. WANDELER, A., G. WACHENDÖRFER, U. FÖRSTER, H. KREKEL,
J. MÜLLER, F. STECK (1974b):
Rabies in Wild Carnivores in Central Europe.
II. Virological and Serological Examination
Zbl. Vet. Med. Reihe B 21, 757-764
68. WANDELER, A., J. MÜLLER, G. WACHENDÖRFER, W. SCHALE;
U. FÖRSTER, F. STECK (1974c):
Rabies in Wild Carnivores in Central Europe.
Ecology and Biology of the Red Fox in Rela-
tion to Control Operations
Zbl. Vet. Med. Reihe B 21, 765-773
69. WINKLER, W.G., G.M. BAER (1976):
Rabies immunization of red foxes (*Vulpes
fulva*) with vaccine in sausage baits
Am. J. Epidemiol. 103, 408-415
70. WHO (1973):
WHO Expert Committee on Rabies
Sixth Report
WHO Techn. Rep. Ser. 523
71. WHO (1984):
WHO Expert Committee on Rabies
Seventh Report
WHO Techn. Rep. Ser. 709
72. ZIMEN, E. (1980):
In: Biogeographica 18: The Red Fox, E. Zimen
(Ed.) Dr. W. Junk bV Publishers, The Hague

73. ZINN, E. (1966):

Die Bekämpfung der Wildtiertollwut unter besonderer Berücksichtigung der Verdünnung der Fuchspopulation durch Begasung der Fuchsbaue
Dtsch. tierärztl. Wschr. 73, 193-197

LEBENS LAUF

Name: Hildegard Philomena Hartmann, geb. Gösele

geb.: 6. 8. 1957 in Ellwangen/Jagst

Eltern: Georg Gösele, Landwirt

Maria Gösele, geb. Rieger

Schul-/Berufsausbildung:

1964-1967 Grundschule in Ellwangen-Röhlingen

1967-1973 Peutinger-Gymnasium in Ellwangen

1973-1976 Hariolf-Gymnasium in Ellwangen

1976-1979 Jurastudium in Heidelberg

1979-1985 Tiermedizinstudium an der Ludwig-

Maximilians-Universität München

14. 10. 1985 Approbation als Tierarzt

Bisherige Tätigkeit:

seit 1. 1. 1986 angestellte Tierärztin beim

Fleischuntersuchungsamt der Stadt Bad Buchau

seit März 1986 Doktorand an der Bundesfor-

schungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere

in Tübingen

Herrn Prof. Dr. L.G. Schneider danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und die Förderung bei der Durchführung der Arbeit. Durch sein Engagement war es möglich, den photo- und videotechnischen Teil an der Fachhochschule für Druck in Stuttgart auszuführen. Für die freundliche Aufnahme durch seine Mitarbeiter am Institut und ihre Unterstützung möchte ich mich bedanken, vor allem bei Herrn Hohnsbeen.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Moegle, der jederzeit bereit war, bei der Ausarbeitung des Themas behilflich zu sein und seine langjährige Erfahrung in der Epidemiologie der Tollwut gerne weitergab.

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. mult. A. Mayr sage ich Dank für die Annahme dieser Arbeit und ihre Einreichung beim Promotionsausschuß der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.



